



كلية الطب  
والصيدلة - مراكش  
FACULTÉ DE MÉDECINE  
ET DE PHARMACIE - MARRAKECH

Année 2016

Thèse N°204

**Traitement des calculs de l'uretère  
et de la vessie au Laser Holmium :  
Expérience du service d'Urologie  
au C.H.U Mohammed VI à Marrakech.**

**THESE**

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 22/12/2016

PAR

**M. Mohamed Anas Khouchab**

Né le 20 Novembre 1991 à Marrakech

**Médecin Interne du CHU Mohammed VI**

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MÉDECINE

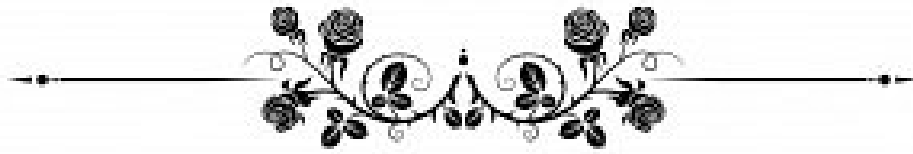
**MOTS-CLÉS**

Vessie – Uretère – Laser – Holmium – HO :YAG –  
Traitements – Résultats.

**JURY**

M.	<b>I.SARF</b> Professeur d'Urologie	<b>PRESIDENT</b>
M.	<b>Z.DAHAMI</b> Professeur d'Urologie.	<b>RAPPORTEUR</b>
M.	<b>M. A. LAKMICH</b> Professeur agrégé d'Urologie.	} <b>JUGES</b>
Mme.	<b>A. ZIADI</b> Professeur agrégé d'anesthésie-réanimation.	
M.	<b>M. A. BSISS</b> Professeur agrégé de Biophysique	

# بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



إِقْرَأْ بِاسْمِ رَبِّكَ الَّذِي خَلَقَ ۝ خَلَقَ الْإِنْسَانَ

مِنْ عَلَقٍ ۝ إِقْرَأْ وَرَبُّكَ الْأَكْرَمُ ۝ الَّذِي

عَلَّمَ بِالْقَلَمِ ۝ عَلَّمَ الْإِنْسَانَ مَا لَمْ يَعْلَمُ ۝

صدق الله العظيم



## Serment d'Hippocrate

*Au moment d'être admis à devenir membre de la profession médicale, je m'engage solennellement à consacrer ma vie au service de l'humanité.*

*Je traiterai mes maîtres avec le respect et la reconnaissance qui leur sont dus. Je pratiquerai ma profession avec conscience et dignité. La santé de mes malades sera mon premier but. Je ne trahirai pas les secrets qui me seront confiés.*

*Je maintiendrai par tous les moyens en mon pouvoir l'honneur et les nobles traditions de la profession médicale.*

*Les médecins seront mes frères. Aucune considération de religion, de nationalité, de race, aucune considération politique et sociale, ne s'interposera entre mon devoir et mon patient. Je maintiendrai strictement le respect de la vie humaine dès sa conception.*

*Même sous la menace, je n'userai pas mes connaissances médicales d'une façon contraire aux lois de l'humanité.*

*Je m'y engage librement et sur mon honneur.*

**Déclaration Genève, 1948**





**LISTE DES PROFESSEURS**



**UNIVERSITE CADI AYYAD**  
**FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE**  
**MARRAKECH**

Doyens Honoraires : Pr. Badie Azzaman MEHADJI  
: Pr. Abdelhaq ALAOUI YAZIDI

ADMINISTRATION

Doyen : Pr. Mohammed BOUSKRAOUI  
Vice doyen à la Recherche et la Coopération : Pr. Ag. Mohamed AMINE  
Vice doyen aux Affaires Pédagogiques : Pr. EL FEZZAZI Redouane  
Secrétaire Générale : Mr. Azzeddine EL HOUDAIGUI

**Professeurs de l'enseignement supérieur**

<b>Nom et Prénom</b>	<b>Spécialité</b>	<b>Nom et Prénom</b>	<b>Spécialité</b>
ABOULFALAH Abderrahim	Gynécologie- obstétrique	GHANNANE Houssine	Neurochirurgie
AIT BENALI Said	Neurochirurgie	KISSANI Najib	Neurologie
AIT-SAB Imane	Pédiatrie	KRATI Khadija	Gastro- entérologie
AKHDARI Nadia	Dermatologie	LMEJJATI Mohamed	Neurochirurgie
AMAL Said	Dermatologie	LOUZI Abdelouahed	Chirurgie – générale
ASMOUKI Hamid	Gynécologie- obstétrique B	MAHMAL Lahoucine	Hématologie – clinique
ASRI Fatima	Psychiatrie	MANSOURI Nadia	Stomatologie et chiru maxillo faciale
BENELKHAIAT BENOMAR Ridouan	Chirurgie - générale	MOUDOUNI Said Mohammed	Urologie
BOUMZEBRA Drissi	Chirurgie Cardio- Vasculaire	MOUTAJ Redouane	Parasitologie
BOUSKRAOUI Mohammed	Pédiatrie A	MOUTAOUAKIL Abdeljalil	Ophtalmologie
CHABAA Laila	Biochimie	NAJEB Youssef	Traumato- orthopédie

CHELLAK Saliha	Biochimie- chimie	OULAD SAIAD Mohamed	Chirurgie pédiatrique
CHOULLI Mohamed Khaled	Neuro pharmacologie	RAJI Abdelaziz	Oto-rhino-laryngologie
DAHAMI Zakaria	Urologie	SAIDI Halim	Traumato- orthopédie
EL FEZZAZI Redouane	Chirurgie pédiatrique	SAMKAOUI Mohamed Abdenasser	Anesthésie- réanimation
EL HATTAOUI Mustapha	Cardiologie	SARF Ismail	Urologie
ELFIKRI Abdelghani	Radiologie	SBIHI Mohamed	Pédiatrie B
ESSAADOUNI Lamiaa	Médecine interne	SOUMMANI Abderraouf	Gynécologie- obstétrique A/B
ETTALBI Saloua	Chirurgie réparatrice et plastique	YOUNOUS Said	Anesthésie- réanimation
FINECH Benasser	Chirurgie – générale	ZOUHAIR Said	Microbiologie

### Professeurs Agrégés

*	Spécialité	Nom et Prénom	Spécialité
ABKARI Imad	Traumato- orthopédie B	EL KHAYARI Mina	Réanimation médicale
ABOU EL HASSAN Taoufik	Anesthésie- reanimation	FADILI Wafaa	Néphrologie
ABOUCHADI Abdeljalil	Stomatologie et chir maxillo faciale	FAKHIR Bouchra	Gynécologie- obstétrique A
ABOUSSAIR Nisrine	Génétique	FOURAIJI Karima	Chirurgie pédiatrique B
ADALI Imane	Psychiatrie	HACHIMI Abdelhamid	Réanimation médicale
ADERDOUR Lahcen	Oto- rhino- laryngologie	HADEF Rachid	Immunologie
ADMOU Brahim	Immunologie	HAJJI Ibtissam	Ophtalmologie
AGHOUTANE El Mouhtadi	Chirurgie pédiatrique A	HAOUACH Khalil	Hématologie biologique
AISSAOUI Younes	Anesthésie – réanimation	HAROU Karam	Gynécologie- obstétrique B
AIT AMEUR Mustapha	Hématologie Biologique	HOCAR Ouafa	Dermatologie
AIT BENKADDOUR Yassir	Gynécologie- obstétrique A	JALAL Hicham	Radiologie
ALAOUI Mustapha	Chirurgie-vasculaire périphérique	KAMILI El Ouafi El Aouni	Chirurgie pédiatrique B
ALJ Soumaya	Radiologie	KHALLOUKI Mohammed	Anesthésie- réanimation
AMINE Mohamed	Epidémiologie- clinique	KHOUCHANI Mouna	Radiothérapie

AMRO Lamyae	Pneumo- phtisiologie	KOULALI IDRISSE Khalid	Traumato- orthopédie
ANIBA Khalid	Neurochirurgie	KRIET Mohamed	Ophtalmologie
ARSALANE Lamiae	Microbiologie – Virologie	LAGHMARI Mehdi	Neurochirurgie
ATMANE El Mehdi	Radiologie	LAKMICH Mohamed Amine	Urologie
BAHA ALI Tarik	Ophtalmologie	LAOUAD Inass	Néphrologie
BASRAOUI Dounia	Radiologie	LOUHAB Nisrine	Neurologie
BASSIR Ahlam	Gynécologie- obstétrique A	MADHAR Si Mohamed	Traumato-orthopédie A
BELBARAKA Rhizlane	Oncologie médicale	MANOUDI Fatiha	Psychiatrie
BELKHOU Ahlam	Rhumatologie	MAOULAININE Fadl mrabih rabou	Pédiatrie
BEN DRISS Laila	Cardiologie	MATRANE Aboubakr	Médecine nucléaire
BENCHAMKHA Yassine	Chirurgie réparatrice et plastique	MEJDANE Abdelhadi	Chirurgie Générale
BENHIMA Mohamed Amine	Traumatologie - orthopédie B	MOUAFFAK Youssef	Anesthésie – réanimation
BENJILALI Laila	Médecine interne	MOUFID Kamal	Urologie
BENLAI Abdeslam	Psychiatrie	MSOUGGAR Yassine	Chirurgie thoracique
BENZAROUEL Dounia	Cardiologie	NARJISS Youssef	Chirurgie générale
BOUCHENTOUF Rachid	Pneumo- phtisiologie	NEJMI Hicham	Anesthésie- réanimation
BOUKHANNI Lahcen	Gynécologie- obstétrique B	NOURI Hassan	Oto rhino laryngologie
BOUKHIRA Abderrahman	Toxicologie	OUALI IDRISSE Mariem	Radiologie
BOURRAHOUE Aicha	Pédiatrie B	OUBAHA Sofia	Physiologie
BOURROUS Monir	Pédiatrie A	QACIF Hassan	Médecine interne
CHAFIK Rachid	Traumato- orthopédie A	QAMOUSS Youssef	Anesthésie- reanimation
CHERIF IDRISSE EL GANOUNI Najat	Radiologie	RABBANI Khalid	Chirurgie générale
DRAISS Ghizlane	Pédiatrie	RADA Nouredine	Pédiatrie A
EL BOUCHTI Imane	Rhumatologie	RAIS Hanane	Anatomie pathologique
EL HAOURY Hanane	Traumato- orthopédie A	RBAIBI Aziz	Cardiologie

EL MGHARI TABIB Ghizlane	Endocrinologie et maladies métaboliques	ROCHDI Youssef	Oto-rhino- laryngologie
EL ADIB Ahmed Rhassane	Anesthésie-réanimation	SAMLANI Zouhour	Gastro- entérologie
EL AMRANI Moulay Driss	Anatomie	SORAA Nabila	Microbiologie – virology
EL ANSARI Nawal	Endocrinologie et maladies métaboliques	TASSI Noura	Maladies infectieuses
EL BARNI Rachid	Chirurgie- générale	TAZI Mohamed Illias	Hématologie- clinique
EL BOUIHI Mohamed	Stomatologie et chir maxillo faciale	ZAHLANE Kawtar	Microbiologie – virology
EL HOUDZI Jamila	Pédiatrie B	ZAHLANE Mouna	Médecine interne
EL IDRISSE SLITINE Nadia	Pédiatrie	ZAOUI Sanaa	Pharmacologie
EL KARIMI Saloua	Cardiologie	ZIADI Amra	Anesthésie – réanimation

### Professeurs Assistants

Nom et Prénom	Spécialité	Nom et Prénom	Spécialité
ABDELFTTAH Youness	Rééducation et Réhabilitation Fonctionnelle	GHAZI Mirieme	Rhumatologie
ABIR Badreddine	Stomatologie et Chirurgie maxillo faciale	GHOZLANI Imad	Rhumatologie
ADALI Nawal	Neurologie	HAZMIRI Fatima Ezzahra	Histologie – Embryologie – Cytogénétique
ADARMOUCH Latifa	Médecine Communautaire (médecine préventive, santé publique et hygiène)	IHBIBANE fatima	Maladies Infectieuses
AIT BATAHAR Salma	Pneumo- phtisiologie	JANAH Hicham	Pneumo- phtisiologie
ALAOUI Hassan	Anesthésie – Réanimation	KADDOURI Said	Médecine interne
ARABI Hafid	Médecine physique et réadaptation fonctionnelle	LAFFINTI Mahmoud Amine	Psychiatrie
ARSALANE Adil	Chirurgie Thoracique	LAHKIM Mohammed	Chirurgie générale
ASSERRAJI Mohammed	Néphrologie	LAKOUICHMI Mohammed	Stomatologie et Chirurgie maxillo faciale
BAIZRI Hicham	Endocrinologie et maladies métaboliques	LOQMAN Souad	Microbiologie et toxicologie environnementale
BELBACHIR Anass	Anatomie- pathologique	MAHFOUD Tarik	Oncologie médicale
BELHADJ Ayoub	Anesthésie – Réanimation	MARGAD Omar	Traumatologie - orthopédie

BENHADDOU Rajaa	Ophtalmologie	MLIHA TOUATI Mohammed	Oto-Rhino - Laryngologie
BENNAOUI Fatiha	Pédiatrie	MOUHADI Khalid	Psychiatrie
BOUCHENTOUF Sidi Mohammed	Chirurgie générale	MOUHSINE Abdelilah	Radiologie
BOUKHRIS Jalal	Traumatologie - orthopédie	MOUZARI Yassine	Ophtalmologie
BOUZERDA Abdelmajid	Cardiologie	NADER Youssef	Traumatologie - orthopédie
BSISS Mohamed Aziz	Biophysique	NADOUR Karim	Oto-Rhino - Laryngologie
CHRAA Mohamed	Physiologie	NAOUI Hafida	Parasitologie Mycologie
DAROUASSI Youssef	Oto-Rhino - Laryngologie	OUERIAGLI NABIH Fadoua	Psychiatrie
DIFFAA Azeddine	Gastro- entérologie	REBAHI Houssam	Anesthésie - Réanimation
EL HAOUATI Rachid	Chiru Cardio vasculaire	SAJIAI Hafsa	Pneumo- phtisiologie
EL HARRECH Youness	Urologie	SALAMA Tarik	Chirurgie pédiatrique
EL KAMOUNI Youssef	Microbiologie Virologie	SAOUAB Rachida	Radiologie
EL KHADER Ahmed	Chirurgie générale	SERGHINI Issam	Anesthésie - Réanimation
EL MEZOUARI EI Moustafa	Parasitologie Mycologie	SERHANE Hind	Pneumo- phtisiologie
EL OMRANI Abdelhamid	Radiothérapie	TOURABI Khalid	Chirurgie réparatrice et plastique
ELQATNI Mohamed	Médecine interne	ZARROUKI Youssef	Anesthésie - Réanimation
FADIL Naima	Chimie de Coordination Bioorganique	ZIDANE Moulay Abdelfettah	Chirurgie Thoracique
FAKHRI Anass	Histologie- embyologie cytogénétique	ZOUIZRA Zahira	Chirurgie Cardio- Vasculaire



# **DEDICACES**



*« Soyons reconnaissants aux personnes  
qui nous donnent du bonheur ;  
elles sont les charmants jardiniers par qui  
nos âmes sont fleuries » Marcel Proust .*

*Je me dois d'avouer pleinement ma reconnaissance à toutes les  
personnes qui m'ont soutenue durant mon parcours, qui ont su  
me hisser vers le haut pour atteindre mon objectif.*

*C'est avec amour, respect et gratitude que je dédie cette thèse*

...

### *A mon adorable père : Abdeljalil*

*Voilà le jour que vous avez attendu impatiemment. Aucun mot, aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, ma gratitude, ma considération et l'amour éternel que je vous porte pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon éducation et mon bien être. Vous avez été et vous serez toujours un exemple à suivre pour vos qualités humaines, votre persévérance et votre perfectionnisme. Vous m'avez appris le sens du travail, de l'honnêteté et de la responsabilité. En ce jour, j'espère réaliser l'un de vos rêves et j'espère ne jamais vous décevoir. Que Dieu, le tout puissant, vous protège et vous accorde santé et longue vie, et bonheur afin que je puisse vous rendre un minimum de ce que je vous dois.*

### *A ma très chère maman : Halima,*

*Tu m'as donné la vie, le plus précieux de tous les cadeaux. Sans toi, chère maman, je ne suis qu'un corps sans âme. Je respire ton amour au quotidien. Tu es la lanterne qui illumine mon chemin, ma boussole quand je perds le nord. Ma mère est un puits inépuisable d'amour, un océan de tendresse et un ouragan d'émotions. Tu es l'incarnation de la bonté, tu as toujours su donner et donner sans compter. Dans tes bras j'ai grandi, petit à petit ; et aujourd'hui je ne serais pas là sans toi ma chère maman. Oui ! C'est grâce à toi que je deviens médecin. Pour toutes les peines que tu as endurées en m'accompagnant durant ce long parcours, je ne peux qu'exprimer ma gratitude absolue. Ces quelques mots ne sauront te prouver maman combien je t'aime. Puisse Dieu, le tout puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur. `*

### *A mon adorable sœur Salima et son mari Mohamed :*

*En témoignage de mon amour, mon attachement et ma gratitude. Mais aussi en guise de ma reconnaissance pour votre affection, votre soutien et votre serviabilité. Je vous remercie pour tous les moments agréables que nous avons partagé, pour tout le bonheur que vous me procurez. Merci de m'avoir épaulé dans les instants les plus difficiles. Votre place dans mon cœur est irremplaçable. Qu'Allah nous garde à jamais unis dans la joie et la prospérité, et qu'il vous préserve du mal et vous accorde santé et réussite.*

*A mes chers(e) amis(e)*

*Mes fidèles compagnons de longue date : kenza, yassine, Ali, Oussama, Jihane, Khaoula, Chaïmae, Basma, Sara, Fadwa, Dounia, Omar, Marouane, zakaria, Hajar, Hafssa, Achraf et Soukaina : pour tout le soutien que vous m'avez apportée et votre indulgence durant toutes ces années .*

*Aux combattant de la 14 ème promotion des internes de Marrakech.*

*Au cher comité de l'AMIMA.*

*Au personnel du service d'urologie du CHU Mohamed VI*

*Un remerciement particulier et sincère pour tous vos efforts fournis. Au service où j'ai commencé l'inernat, où j'ai aimé la médecine. Vous avez toujours été présents. Que ce travail soit un témoignage de ma gratitude et de mon profond respect.*

*A tous ceux que j'ai omis de citer,  
Je vous dédie ce travail en guise d'estime.*



**REMERCIEMENT**



*Louange à Dieu tout puissant,  
qui m'a permis de voir ce jour tant attendu.*

*A notre maître et Président de thèse :*

*Mr. Ismaïl Sarf*

*Professeur et chef du service d'urologie  
du CHU Mohammed VI de Marrakech.*

*Pour le grand honneur que vous nous faites en acceptant de juger et de  
présider ce travail de thèse. Votre sérieux, votre  
Compétence et votre sens du devoir nous ont énormément marqués.  
Veuillez trouver ici l'expression de notre respectueuse considération et  
notre profonde admiration pour toutes vos qualités scientifiques et  
humaines. Ce travail est pour nous l'occasion de vous témoigner notre  
profonde gratitude.*

*A notre maître et Rapporteur de thèse :*

*Mr. Zakaria Dahami*

*Professeur d'urologie  
au CHU Mohammed VI de Marrakech.*

*Il nous est impossible de dire en quelques mots ce que nous vous devons.  
Vous nous avez fait le grand honneur de nous confier  
ce travail et d'accepter de le diriger. Ceci est le fruit de vos efforts. Vous  
nous avez toujours réservé le meilleur accueil, malgré vos obligations  
professionnelles. Vos encouragements inlassables, votre amabilité, votre  
disponibilité et votre gentillesse méritent toute admiration. Nous  
saisissons cette occasion pour vous exprimer notre profonde gratitude  
tout en vous témoignant notre respect.*

*A notre maître et juge de thèse :  
Mr. Mohamed Amine Lakmichi  
Professeur agrégé d'urologie  
au CHU Mohammed VI de Marrakech*

*Vous nous faites l'honneur d'accepter avec une très grande amabilité de  
siéger parmi notre jury de thèse. Votre savoir et votre sagesse suscitent  
toute notre admiration. Veuillez  
accepter ce travail, en gage de notre grand respect et de notre profonde  
reconnaissance.*

*A notre maître et juge de thèse :  
Mme Amra Ziadi  
Professeur agrégé d'anesthésie-réanimation  
au CHU Mohammed VI de Marrakech*

*Nous sommes très honorés de votre présence parmi nous. Vous avez  
acceptée humblement de juger ce travail de thèse. Ceci nous touche  
infiniment et nous tenons à vous exprimer notre profonde  
reconnaissance. Veuillez accepter, cher maître, l'assurance de notre  
estime.*

*A notre maître et juge de thèse :  
Mr. Mohammed Aziz Bsiss  
Professeur agrégé en biophysique  
au CHU Mohammed VI de Marrakech*

*Nous vous remercions d'avoir répondu à notre souhait de vous voir siéger  
parmi nos membres du jury. En acceptant d'évaluer notre travail, vous  
nous accordez un très grand honneur. Veuillez accepter l'expression de  
nos considérations les plus distinguées.*

*A toute personne qui a contribué  
de près ou de loin à la réalisation de ce travail*

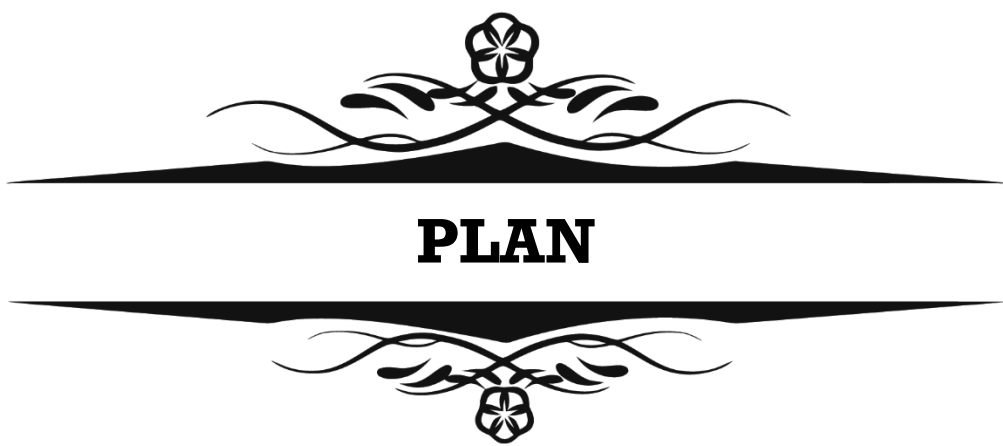


**ABRÉVIATIONS**



## Liste des abréviations

<b>AUSP</b>	: Arbre urinaire sans préparation
<b>TDM</b>	: Tomodensitométrie
<b>Ch</b>	: Charrière
<b>F</b>	: French
<b>ECBU</b>	: Examen cyto bactériologique des urines
<b>LEC</b>	: Lithotripsie extra corporelle
<b>URS</b>	: Urétéroscopie
<b>DFG</b>	: Débit de filtration glomérulaire
<b>UIV</b>	: Urographie intra veineuse
<b>UPR</b>	: Urétéropyélographie rétrograde et mictionnelle
<b>THP</b>	: Tamm–Horsfall protein
<b>EAU</b>	: European association of urology
<b>IR</b>	: Insuffisance rénale
<b>LU</b>	: Lithiase urinaire
<b>IRAO</b>	: Insuffisance rénale aigue obstructive
<b>NLPC</b>	: Néphrolithotomie per cutanée
<b>SF</b>	: Stone free
<b>HBP</b>	: Hypertrophie bénigne de la prostate
<b>HO:YAG</b>	: Holmium Yttrium aluminium generat laser
<b>YAG</b>	: Yttrium generat laser
<b>ND:YAG</b>	: Neodymium yttrium–aluminium–generat
<b>Sonde JJ</b>	: Sonde double J
<b>PNA</b>	: Pyelonéphrite aigue
<b>RTUP</b>	: Résection trans–urétrale de la prostate
<b>HZ</b>	: Hertz
<b>J</b>	: Joules
<b>CN</b>	: Coliques néphrétiques
<b>MET</b>	: Thérapie médicale expulsive
<b>AG</b>	: Anesthésie générale
<b>RA</b>	: Rachianesthésie
<b>MIP</b>	: Maximal intensity projection



<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>1</b>
<b>HISTORIQUE</b> .....	<b>3</b>
<b>RAPPEL THÉORIQUE</b> .....	<b>6</b>
I. Rappel anatomique : .....	<b>7</b>
1. Uretères : .....	<b>7</b>
2. La vessie : .....	<b>21</b>
II. Lithogénèse : .....	<b>26</b>
1. Etapes de la lithogénèse : .....	<b>27</b>
2. Promoteurs de la lithogénèse : .....	<b>36</b>
3. Inhibiteurs de la lithogénèse : .....	<b>36</b>
4. Le rôle du pH urinaire : .....	<b>38</b>
5. Anomalies morfo-anatomiques des voies urinaires : .....	<b>38</b>
6. Facteurs nutritionnels: .....	<b>39</b>
7. Syndrome métabolique et lithiase urinaire : .....	<b>43</b>
8. Maladie génétique et lithiase urinaire : .....	<b>43</b>
9. Classifications des calculs : .....	<b>44</b>
III. Données épidémiologiques sur la lithiase urinaire : .....	<b>47</b>
1. La prévalence : .....	<b>47</b>
2. Evolution historique de la lithiase urétérale et vésicale : .....	<b>47</b>
3. Facteurs de risque : .....	<b>48</b>
IV. Diagnostic de la lithiase urétérale et vésicale et préparation des malades .....	<b>49</b>
1. Diagnostic clinique .....	<b>49</b>
2. Diagnostic radiologique .....	<b>50</b>
3. Préparation des malades .....	<b>58</b>
<b>MATÉRIELS ET MÉTHODES</b> .....	<b>61</b>
I. Objectif de l'étude : .....	<b>62</b>
II. Critères d'inclusion : .....	<b>63</b>
III. Critères d'exclusion : .....	<b>63</b>
<b>RÉSULTATS</b> .....	<b>64</b>
I. Aspect épidémiologique : .....	<b>65</b>
1. Recrutement des malades : .....	<b>65</b>
2. Age : .....	<b>65</b>
3. Sexe : .....	<b>65</b>
4. Antécédents : .....	<b>67</b>
II. Données cliniques : .....	<b>67</b>
III. Données paracliniques : .....	<b>68</b>
1. Radiographie de L'arbre urinaire sans préparation (AUSP) : .....	<b>68</b>
2. Echographie vésico-rénale : .....	<b>70</b>
3. Tomodensitométrie hélicoïdale : .....	<b>71</b>
4. Urographie intra veineuse (UIV) : .....	<b>73</b>

5. Biologie :	73
IV. Caractéristiques de la lithiase :	75
1. Calcul de la vessie :	75
2. Calcul de l'uretère :	77
3. Retentissement sur le haut appareil :	80
4. Pathologies associées :	81
V. Technique opératoire :	81
1. Anesthésie :	81
2. Préparation de l'uretère :	82
3. Position du malade :	82
4. Traitement médical :	83
5. Matériel utilisé :	83
6. Geste opératoire :	84
7. Durée d'hospitalisation :	90
8. Evolution :	91
VI. Résultat global :	92
VII. Etude spectrophotométrique des calculs	93
VIII. Evolution à long terme	93
<b>DISCUSSION</b>	<b>94</b>
I. Prise en charge urologique de la lithiase urétérale et vésicale :	95
1. But du traitement :	95
2. Moyens thérapeutiques	95
3. Recommandations de l'Association Européenne d'Urologie (EAU) Mars 2016	101
II. Traitement des calculs de l'uretère et de la vessie au laser holmium : Technique et matériel	104
1. Matériel utilisé	105
2. La technique :	114
III. Discussions des résultats à la lumière de la littérature	126
1. Données épidémiologiques	126
2. Caractéristiques de la lithiase	132
3. Technique opératoire	137
4. Résultat global	147
<b>CONCLUSION</b>	<b>150</b>
<b>ANNEXES</b>	<b>152</b>
<b>RÉSUMÉS</b>	<b>156</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>163</b>



**INTRODUCTION**



La pathologie lithiasique proprement dite se définit par la rétention et la croissance des cristaux et agrégats cristallins dans la voie excrétrice urinaire [1].

La maladie lithiasique touche préférentiellement le sujet jeune entre 30 et 60 ans, la localisation urétérale vient en troisième position après les localisations rénale et vésicale [2].

Cette affection peut être responsable de complications urologiques graves telles que l'obstruction et ou l'infection des voies urinaires [3,4]. Elle représente donc, un problème de santé publique [2].

Elle est caractérisée par sa capacité à récidiver, la récurrence ou l'extension du calcul dans l'année définissant son caractère métaboliquement actif [4].

Les traitements des calculs urétéraux et vésicaux ont été transformés au cours de ces vingt dernières années avec l'apparition de nouvelles technologies de fragmentation extracorporelle et le développement de l'endo-urologie qui a permis d'acheminer jusqu'au rein, par voie rétrograde, les moyens de fragmentation des calculs sous leurs différentes formes : choc hydroélectrique, les ultrasons, le laser et les ondes balistiques.

Le laser holmium : ytterbium-aluminium-générateur laser (YAG) a acquis une véritable dimension thérapeutique. Cette nouvelle technique a renforcé le poids de l'endoscopie dans la cure de la lithiase urinaire en réduisant les complications et le taux de récurrences.

Dans ce travail, nous rapportons notre expérience en matière du Laser Holmium YAG pratiqué pour le traitement des lithiases de l'uretère et de la vessie chez 40 patients sur une période de 21 mois allant du 1<sup>er</sup> janvier 2015 au 30 septembre 2016, au sein du service d'urologie de l'Hôpital Arrazi C.H.U Mohammed VI à Marrakech avec une analyse des résultats, et revue des données de la littérature médicale.



**HISTORIQUE**



L'urétéroscopie a été décrite, pour la première fois, par Hugh Hampton Young [5] en 1929 qui a utilisé un cystoscope pédiatrique afin de réaliser une endoscopie des uretères terminaux dilatés chez un enfant de deux mois atteint de valves de l'urètre postérieur.

L'avènement des premières fibres optiques [6, 7] au cours des années 1950 a procuré un grand progrès endoscopique.

Au cours des années soixante, le remplacement des lentilles prismatiques collés par une succession de cylindres en verre séparés les uns des autres par des cavités remplies d'air [8], a permis d'allonger et de miniaturiser les optiques tout en améliorant l'illumination et la transmission de l'image. Cette technique, dont le montage est simple, a facilité la conception des urétéroscopes rigides et semi-rigides actuels munis de canaux d'irrigation et de travail appropriés.

En 1964, Marshall fut le premier à rapporter l'urétéroscopie flexible 9 Fr afin de réaliser les premières urétéroscopies diagnostiques [9]. Deux années plus tard, Bush [10] décrivait l'urétéroscopie flexible 7 Fr. En 1971, Takagi [11] innova l'urétéroscopie avec système de déflexion permettant ainsi d'explorer le haut appareil urinaire. C'est en 1976 que Lyon et Goodman [12,13] décrivaient leurs premières urétéroscopies rigides utilisant un cystoscope pédiatrique de 11 Fr ayant permis le franchissement du méat urétéral et l'exploration du bas uretère. La première extraction de lithiase de l'uretère pelvien est décrite par Lyon en 1979 avec un urétérocystoscope.

En 1980, Perez Castro et Martinez Pineiro [14] ont inventé le premier urétéroscopie rigide suffisamment long pour explorer les cavités rénales. Ce dernier mesurait 50 cm et possédait un canal de travail de 5Ch qui lui a permis à l'aide d'une sonde dormia, d'extraire une lithiase retenue dans une urétérocèle. En France, les premiers cas d'urétéroscopies pour extraction de lithiase sont décrits en 1983 par Chaillez et Besancenez puis par Vallencien [14].

Depuis les années quatre vingt, les principales modifications ont consistés en une miniaturisation des instruments en passant des urétéroscopes 11Ch aux mini-endoscopes 6,5Ch. De même, les urétéroscopes rigides à lentilles successives ont été remplacés par les

urétéroscopes rigides à fibre optique souple.

Par ailleurs, le développement des moyens de fragmentation associée à toutes sortes de pinces, paniers et autres matériels a fait de l'urétéroscopie une thérapeutique aussi bien fiable qu'efficace.

Actuellement, l'avènement du laser a permis d'améliorer nettement la prise en charge de cette maladie.

Le laser Ruby développé par Mulvaney et Beck en 1968 était le premier laser utilisé dans la fragmentation des calculs urinaires [15]. Depuis, plusieurs types de lasers sont utilisés dans la fragmentation des calculs, on cite : le laser pulsé, le dioxyde de carbone, le ND:YAG : neodymium: Yttrium-aluminium-générateur, et en fin le HO:YAG : Holmium Yttrium aluminium générateur laser [16].



**RAPPEL THÉORIQUE**



## I. Rappel anatomique :

### 1. Uretères :

L'uretère est un conduit musculo-membraneux contractile, dont le rôle est de véhiculer les urines depuis le bassinet à hauteur de L1 jusqu'à la vessie.

Sa longueur totale moyenne est de 25 à 30 cm. Son calibre varie de 3 à 6 mm.

Il présente un trajet descendant, rétro péritonéal au contact des structures ostéo-musculaires dans sa portion pariétale avant de croiser les vaisseaux iliaques, gagner la loge pelvienne et pénétrer dans la vessie.

Il décrit globalement un S dont la courbure inférieure pelvienne est la plus prononcée.

On distingue à l'uretère 3 portions : lombaire, iliaque et pelvienne.

#### 1.1. Anatomie descriptive: [17, 18,19]

##### a. Origine:

L'uretère fait suite à l'angle inférieur du bassinet: la jonction pyélo-urétérale (JPU).

Elle est repérée par un très léger rétrécissement.

Elle commence au niveau du processus transverse de L2 à 4 cm environ de la ligne médiane.

##### b. Situation:

Au niveau de l'espace rétro péritonéale de la cavité abdominale, de la région lombaire,

Puis dans le bassin.

##### c. Trajet et dimension:(figure 1)

Pratiquement vertical jusqu'à la région pelvienne, l'uretère chemine successivement dans La région lombaire, iliaque et pelvienne.

Il mesure 25 à 30 cm, Son diamètre est de 3 à 5 mm.

*c.1. Uretère Lombaire:*

Vertical, légèrement oblique en bas et en dedans, appliqué sur la paroi abdominale postérieure, latéralement au rachis. Il est long de 12 cm à 13 cm, avec un aspect fusiforme aplati d'arrière en avant.

*c.2. Uretère Iliaque:*

Court de 3 à 4 cm, il croise obliquement en avant les vaisseaux iliaques de haut en bas et de dehors en dedans,

Croisant les vaisseaux iliaques, l'uretère franchit le détroit supérieur au dessus et en avant de l'articulation sacro-iliaque.

*c.3. Uretère Pelvien:*

Long de 12 à 14 cm, Il plonge dans le bassin,

Présente 2 portions, une pariétale plaquée contre la paroi pelvienne, décrit une courbure à concavité antérieure et interne,

Et l'autre viscérale à hauteur des épines sciatiques, il se porte en bas, en avant et en dedans vers la face postérieure de la vessie ou il pénètre.

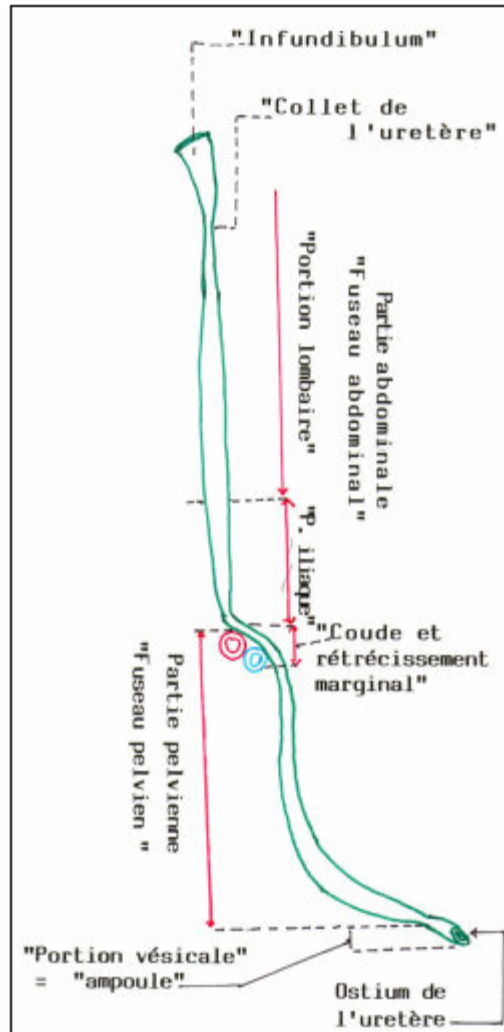
Dans l'ensemble l'uretère a une direction oblique en bas et en dedans.

**d. Configuration externe :(figure 1)**

L'uretère est un conduit blanc rosé, ferme, animé de mouvements péristaltiques.

Et présente 4 rétrécissements :

- au niveau de la jonction pyélo-urétérale.
- au niveau du croisement avec les gros vaisseaux.
- à l'entrée de la vessie.
- et au niveau du méat urétéral.



**Figure 1:** Trajet et portions de l'uretère.

**e. Terminaison:**

Il pénètre dans la vessie à 2 cm de la ligne médiane, traverse la paroi vésicale et se termine au niveau du trigone vésical par le méat urétéral à 1 cm de la ligne médiane.

**f. Fixité:**

Situé en rétro péritonéal, il est fixé en arrière du péritoine par un tractus conjonctif.

**g. Structure histologique:**

Il est formé par 3 couches: adventice, musculieuse, muqueuse.

*g.1. La muqueuse:*

Elle est composée d'un épithélium transitionnel pseudo stratifié

Composé de 4 à 5 couches cellulaires et d'une lamina propria fourrée de fibres collagènes et élastiques parmi lesquelles cheminent de petits vaisseaux sanguins et des fibres nerveuses non myélinisées.

*g.2. La musculuse:*

D'épaisseur constante, elle est constituée de faisceaux de cellules musculaires interconnectées au sein du tissu conjonctif.

La disposition des fibres musculaires est spiroïde, apparaissant longitudinale près de la lumière, et au contraire, circulaire près de l'adventice.

Au niveau de la portion terminale de l'uretère, les fibres musculaires prennent dans leur ensemble une disposition longitudinale et se prolongent dans le trigone à la constitution duquel elles participent.

Cette continuité de la musculature lisse amarre l'uretère à la vessie.

*g.3. L'adventice:*

De structure fibro-élastique recouvrant la musculuse, véritable lame porte vaisseaux.

En effet, dans l'adventice cheminent un à deux pédicules vasculaires longitudinaux, en général antéro-internes, réalisant une arcade anastomotique entre les différents apports vasculaires de l'uretère, naissant des artères rénales, gonadiques, iliaques, hémorroïdales, vésicales et génitale, et directement de l'aorte abdominale.

Ce réseau anastomotique adventiciel doit être respecté lors de la dissection urétérale, et si possible, lors des sections endoscopiques (endopyélotomie ou urétérotomie).

**h. Les rapports:(figure 2,3)**

***h.1. Le segment lombaire:***

\* Postérieurs : Le muscle psoas.

\*Antérieurs

\*A droite :

- Le 2ème duodénum et le fascia de Treitz.
- Le péritoine et fascia de Told droit.
- Il est croisé au niveau de L3 ou L4 par les vaisseaux gonadiques, et par l'artère colique moyenne droite.

\* A gauche :

- Le péritoine et le fascia de Told gauche.
- L'artère gonadique le croise au niveau de L3 - L4, alors que la veine reste en dehors pour le croiser plus haut avant de se jeter dans la veine rénale.

\* Externes

- La partie sous hilaire du rein.
- Il est longé à droite par le colon ascendant et à gauche par le colon descendant.

\* Internes

- la veine cave inférieure à droite.
- L'aorte, l'artère mésentérique inférieure et le 4ème duodénum à gauche.

***h.2. Le segment iliaque :***

\* Postérieurs

- Les vaisseaux iliaques.
- Le psoas.
- L'aileron sacré.

\* Antérieurs

- L'extrémité inférieure du mésentère, sa racine et l'artère iléo colique à droite.
- Le péritoine pariétal et la racine du méso colon pelvien à gauche.

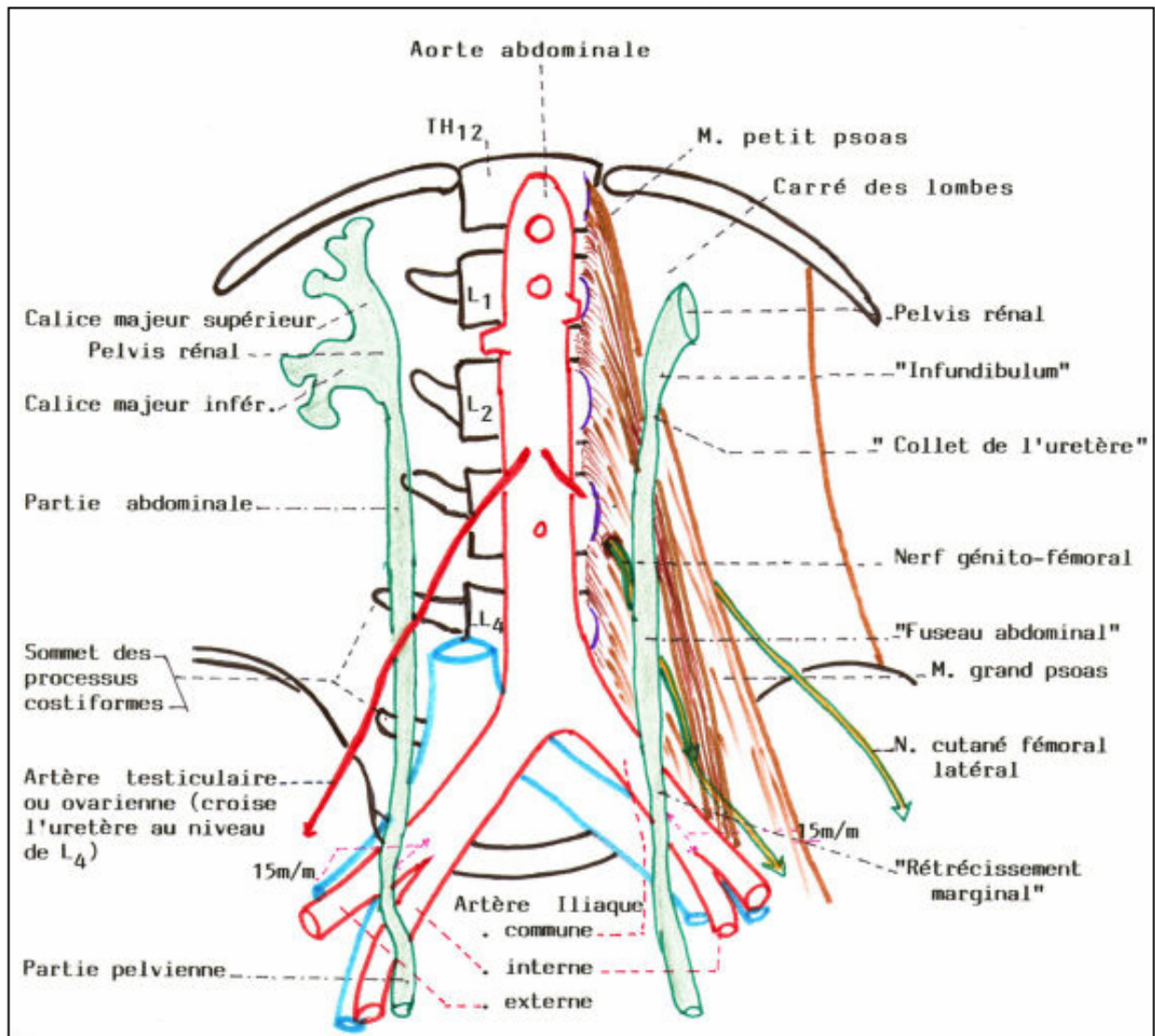
*h.3. Le segment pelvien:*

Il comprend

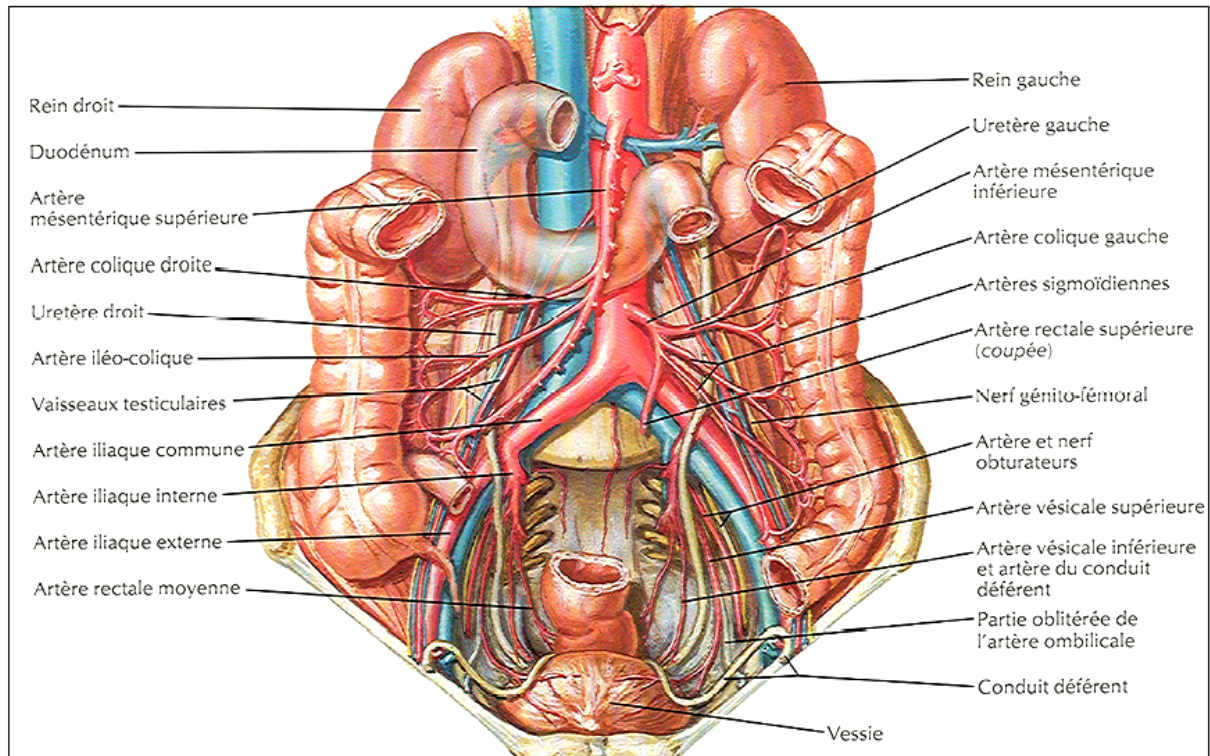
- Un segment viscéral : où les rapports sont présentés par: la vessie et le rectum, puis selon le sexe: les vésicules séminales et le canal déférent chez l'homme.

Et l'artère utérine avec le vagin chez la femme.

- Un segment pariétal dont les rapports son différents selon le sexe :
  - ❖ Chez l'homme, après avoir croisé l'artère iliaque commune ou externe, il descend en suivant le tronc ventral de l'artère iliaque interne, puis il suit plus préférentiellement le trajet de l'artère rectale moyenne.
  - ❖ Chez la femme, il suit aussi le tronc ventral de l'artère iliaque interne, puis il descend entre l'artère vaginale et l'artère utérine qui va bientôt le croiser (rapport essentiel de la chirurgie gynécologique).



**Figure2:** vue d'ensemble des 2 uretères: rapports postérieurs



**Figure 3: Vue antérieure des uretères chez l'homme.**

**i. Vascularisation et Innervation:**

***i.1. Artères:***

Ces artères forment un plexus artériel péri-urétéral situé en sous adventiciel de façon anastomotique.

Elles sont composés de:

- L'artère urétérique supérieure :

Provient de l'artère rénale.

- L'artère urétérique moyenne :

Provient des vaisseaux génitaux.

- L'artère urétérique inférieure :

Provient de l'artère iliaque interne par l'intermédiaire de l'artère ombilicale.

***i.2. Veines:***

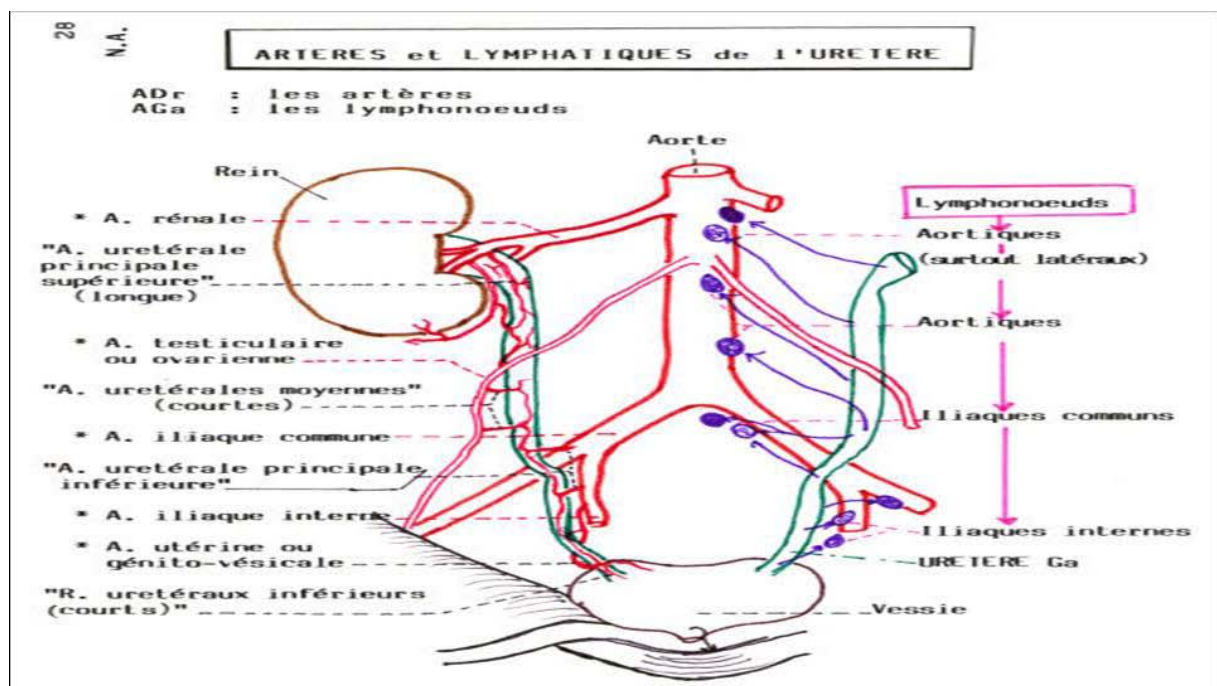
Elles sont satellites des artères

*i.3. Lymphatiques:*

Ils se drainent dans les nœuds latéro-aortiques sous rénaux et dans les nœuds qui accompagnent les artères iliaques communes.

*i.4. Nerfs:*

Ils proviennent du plexus cœliaque et gagnent l'uretère en suivant les vaisseaux.



**Figure 4 :** Vascularisation artérielle et lymphatique des uretères

**1.2. Anatomie radiologique :** [20]

*a. La radiographie standard:*

La radiographie de l'abdomen sans préparation permet d'étudier les zones de projection des reins et des voies excrétrices et peut mettre en évidence un calcul radio-opaque ou des calcifications pathologiques de l'uretère habituellement discrètes (bilharziose, tuberculose).

Le cliché de face sera complété par des clichés obliques destinés à éliminer certaines superpositions osseuses (apophyse transverse, aile iliaque, aileron sacré) et à localiser plus facilement les calcifications extra urinaires, (calcifications mésentériques, vasculaires, etc...).

*b. Les opacifications urétérales :*

Les opacifications urétérales par un produit radio-opaque comporte : l'urographie intraveineuse, l'urétéropyélographie rétrograde, et la pyélographie antégrade.

Les voies excrétrices sont bien objectivées par l'urographie intra veineuse. (Figure 5)

❖ **L'opacification urétérale normale:**

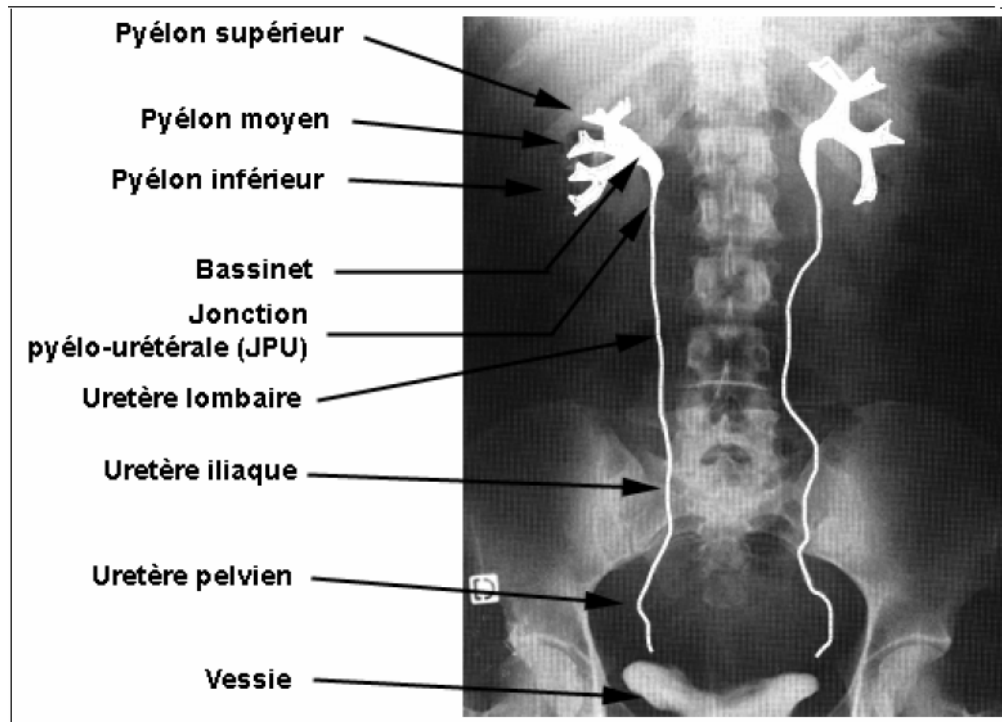
Elle est segmentaire et transitoire en raison du péristaltisme urétérale physiologique.

*a- L'uretère lombaire:* croise de dehors en dedans les trois dernières apophyses transverses.

Parfois, les clichés obliques ou en profils sont nécessaires pour dégager l'uretère de ces dernières.

*b- L'uretère iliaque:* le plus souvent peut ou pas être visible en raison de l'empreinte vasculaire réalisée par l'artère iliaque, il se projette à la partie haute de l'articulation sacro-iliaque.

*c- L'uretère pelvien:* après avoir décrit une courbe harmonieuse peut en général être suivi jusqu'à son abouchement presque horizontal dans la vessie, en début d'examen ou sur un cliché post mictionnel, avant que celle-ci soit opacifiée.



**Figure 5:** UIV montrant les différentes portions de la voie excrétrice.

❖ **En présence d'une obstruction urétérale quelque'en soit le niveau:**

L'opacification urétérale permet de reconnaître trois catégories d'obstacles:

- L'obstacle endoluminal:

Le plus souvent lié à un calcul, parfois à une lésion tumorale, il apparaît comme un arrêt du produit de contraste en cupule.

- L'obstacle d'origine pariétal:

Celui-ci lié à une lésion de la paroi urétérale congénitale ou acquise. Les lésions acquises les plus fréquentes sont iatrogènes, tumorales, et inflammatoires (bilharziose, tuberculose).

- L'obstacle extrinsèque:

Dans ce cas, l'uretère apparaît refoulé, parfois par un processus expansif extra-urinaire, le plus souvent il s'agit de fibrose rétro-péritonéale bénigne ou maligne, d'une adénopathie d'une tumeur rétro péritonéale ou pelvienne, d'un anévrysme aortique.

L'opacification urétérale permet également d'opacifier l'uretère en amont de l'obstacle, il peut être normal ou dilaté.

La présence de sinuosités marquées réalisant de véritables siphons est importante à noter car elle signifie que l'obstacle est chronique, ou au moins que plusieurs épisodes antérieurs d'obstruction ont eu lieu.

### **1.3. Anatomie endoscopique: [17, 19, 21]**

Ce chapitre nous apparaît très important car l'anatomie de l'uretère telle qu'elle apparaît à l'endoscopiste présente certaines particularités. Sa connaissance conditionne l'accessibilité de l'urétéroscope. Il est important de connaître les courbures anatomiques et les zones de rétrécissement.

La connaissance des rapports de l'uretère avec certaines structures anatomiques est indispensable lors de la réalisation d'actes diagnostiques ou thérapeutiques au niveau de l'uretère.

Cependant, ces repères peuvent être affectés par certaines variations anatomiques ou physiologiques, et également certaines circonstances pathologiques (œdèmes- tumeur).

#### **a. Calibre de l'uretère :**

L'uretère peut admettre des endoscopes jusqu'à 12 CH après dilatation prudente de certaines zones (méat urétéral, uretère iliaque, jonction pyélo-urétérale) comportant des rétrécissements relatifs et physiologiques.

NB : Une charrière est un système de calibration en tiers de millimètre, utilisé essentiellement pour le calibrage des sondes et bougies urétrales.

#### **❖ Calibre urétéral normal : [19,21]**

Le méat urétéral a un calibre de 9 à 12 Ch. Il est suivi par l'uretère intra mural, long de 15mm et dont le diamètre varie de 13 à 15 Ch.

L'uretère pelvien est plus large, son diamètre variant de 12 à 30ch.

Le passage de l'endoscope est souvent facilité par une dilatation préalable et il semble que les blessures du canal sont plus rares après dilatation.

L'uretère iliaque présente un rétrécissement qui est accentué par le changement de courbure de l'uretère au niveau du détroit supérieur. C'est également à ce niveau que l'uretère est en rapport étroit avec l'artère iliaque dont les battements transmis constituent un repère lors de l'endoscopie.

L'uretère lombaire est le segment le plus large (30 Ch.) qui n'offre pas en général de difficulté pour la poursuite de l'exploration endoscopique.

La mobilité des cavités pyélocalicielles avec la respiration, comparée à la relative fixité de l'uretère proximal, est bien perceptible lors de l'endoscopie et représente un point de repère lors de l'examen.

❖ **Les variations congénitales ou acquises du calibre urétéral:**

La jonction pyélo-urétérale peut être très rétrécie interdisant le passage d'un endoscope.

Le méga-uretère congénital présente le plus souvent un segment terminal intramural rétréci ou tout au moins fibreux, peu extensible.

Les uretères d'une duplication urétérale sont en général fins, rendant le geste endoscopique plus délicat.

Les rétrécissements urétéraux acquis sont des obstacles au passage de l'endoscope, la paroi urétérale à leur niveau est le plus souvent inflammatoire et fragile entraînant un risque de perforation plus grand.

**b. Courbures et mobilité de l'uretère : [14,21]**

L'uretère présente des courbures relativement marquées et de sens opposé, semblant de prime abord interdire toute endoscopie à l'aide d'un appareil rigide.

Cependant, PEREZ CASTRO [14], qui a mis au point le premier urétroscope rigide, a montré que l'uretère est en fait un organe mobile dont on peut effacer les courbures tout au moins dans les conditions physiologiques habituelles.

L'uretère pelvien décrit une courbure harmonieuse à concavité antéro-interne.

L'uretère intramural, orienté en haut et en dehors, se situe dans le prolongement de l'uretère pelvien ce qui permet aux sondes urétérales et aux guides de progresser sans problème, la mobilité de l'uretère qui adhère simplement au péritoine pariétal postérieur autorisant l'emploi d'instruments rigides.

L'uretère iliaque est de calibre réduit, et comme nous l'avons vu, il présente une courbure à concavité postéro-externe, opposée à celle de l'uretère pelvien.

L'uretère lombaire a une courbure négligeable sur le plan endoscopique d'autant plus qu'il est large. Seule la présence de siphons urétéraux peut gêner la progression de l'urétroscope.

La jonction pyélo-urétérale présente un rétrécissement relatif, par contre, il existe au niveau de la JPU une courbure importante, les cavités pyélocalicielles étant orientées en dehors et en arrière, d'où l'intérêt des optiques angulées ou d'appareils souples pour explorer les calices et le bassinnet [17].

#### **c. Les rapports de l'uretère : Aspects endoscopiques: [19,21]**

L'endoscopiste, doit garder à l'esprit les structures vasculaires (vaisseaux iliaques, veine cave inférieure) qui peuvent être lésées lors des perforations endoscopiques de l'uretère.

Enfin, les rapports peuvent être totalement différents en cas de chirurgie antérieure (dérivation urinaire, réimplantation urétérale, intra péritonisation), en particulier les structures digestives peuvent être source de danger.

## 2. La vessie :

### 2.1. Anatomie descriptive: [22,23,24]

La vessie est un réservoir musculo-muqueux destiné à contenir l'urine dans l'intervalle des mictions.

La vessie représente l'organe le plus antérieur de l'excavation pelvi-sous péritonéale.

On distingue à la vessie vide trois faces : supérieure, antéro-inférieure et postéro-inférieure ou base ; deux bords postérieurs et 3 angles.

A la coupe, la vessie vide a une forme grossièrement triangulaire.

Comme tout organe pelvien, la vessie comporte de larges différences morphologiques et topographiques chez l'homme et chez la femme.

#### a. **Rapports de la vessie: (figure 6 et 7)**

##### *a.1. Face supérieure:*

La face supérieure de la vessie, est tapissée sur toute sa surface par le péritoine qui lui adhère au niveau de l'insertion ouraquienne.

En arrière, il existe un espace facilement décollable entre péritoine et vessie.

Par l'intermédiaire de la séreuse péritonéale, la vessie répond aux anses grêles et au sigmoïde [25].

##### *a.2. Face antéro-inférieure:*

La partie inférieure de la face antéro-inférieure de la vessie est unie à la face postérieure du pubis par les ligaments pubo-vésicaux qui masquent de volumineuses veines pré-prostatiques.

Il n'existe pas de points de passage entre ces deux structures, le seul plan de clivage est situé à la face antérieure de l'urètre membraneux.

La face postérieure de l'aponévrose ombilico-prévésicale recouvre la face antérieure de la vessie, elle lui est faiblement unie par du tissu conjonctif lâche.

En avant se trouve l'espace pré vésical de RETZUIS contenant de tissu cellulo-graisseux lâche.

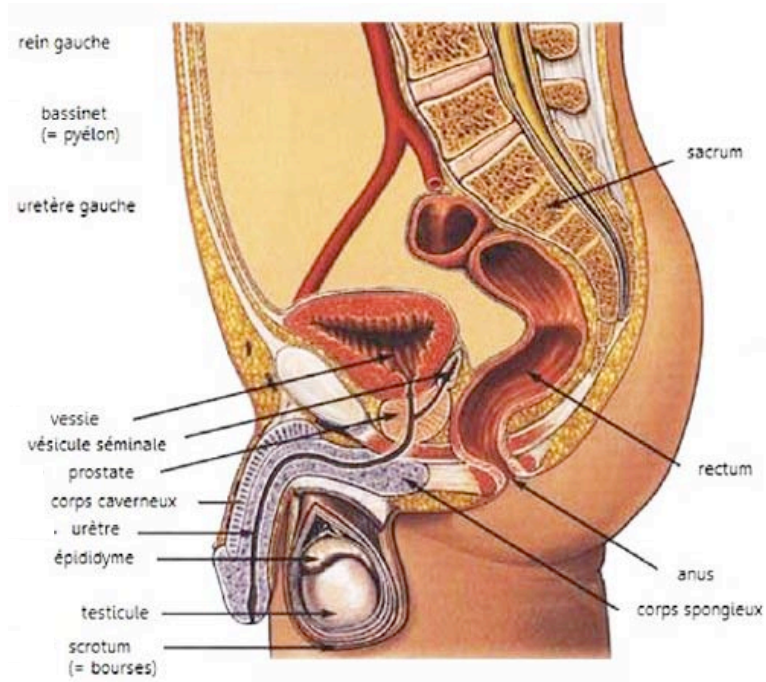
La partie supérieure et latérale de la face antéro-inférieure est en rapport avec les vaisseaux et les nerfs obturateurs qui vont sortir de la cavité pelvienne pour aborder la face médiale de la cuisse.

*a.3. Face postéro-inférieure:*

❖ *Chez l'homme:*

On peut distinguer trois segments :

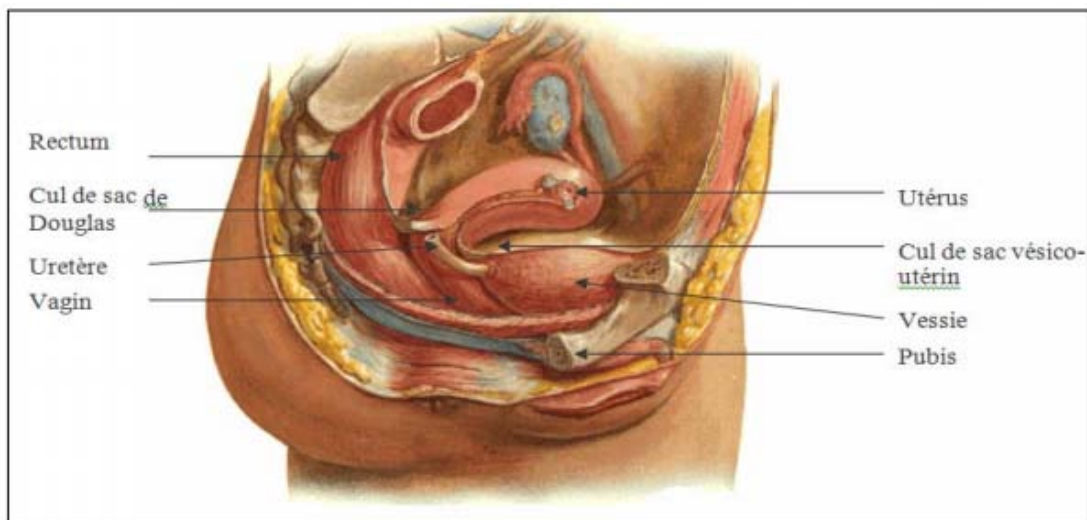
- Un segment inférieur prostatique où la base de la vessie répond à la face supérieure de la prostate et lui est unie par un tissu cellulaire.
- Un segment moyen spermatique qui répond aux vésicules séminales, aux ampoules défférentielles, aux uretères qui s'insinuent entre la paroi vésicale et les vésicules séminales.
- Un segment supérieur péritonéal : le péritoine recouvre la partie supérieure de la base de la vessie puis descend sur la partie supérieure des ampoules déférentielles et des vésicules séminales puis, se réfléchit en arrière sur la face antérieure du rectum en formant le cul de sac de Douglas.



**Figure 6 :** Rapports de la vessie chez l'homme.

❖ *Chez la femme :*

La partie basse de cette face postérieure est unie par une lame de tissu conjonctif dense adhérente au vagin (fascia d'HALBAN). Les deux tiers inférieurs de la base vésicale répondent à la face antérieure du vagin, le tiers supérieur de la vessie répond à la partie supra-vaginale du col de l'utérus.



**Figure 7:** Rapports de la vessie chez la femme.

**b. Vascularisation de la vessie:**

*b.1. Vascularisation artérielle:(figure 8)*

La vascularisation artérielle est issue de l'artère iliaque interne (hypogastrique).

La plupart des branches de cette artère cheminent au-dessus du plan du releveur de l'anus, formant le système sus-lévatorien principal qui comprend:

- Les artères destinées à la partie mobile de la vessie : artères ombilicales, tronc ombilico-vésiculo-déférentiel et vésiculo-déférentiel naissant le plus souvent de l'hypogastrique. L'artère vésiculo-déférentielle homologue de l'artère utérine chez la femme, passe au-dessus de l'uretère qu'elle croise en X pour atteindre les vésicules séminales et la face postérieure de la vessie.
- L'artère vésico-prostatique chez l'homme ou vésico-vaginale chez la femme irrigue la partie fixe. Le système sous lévatorien donne de façon inconstante une artère vésicale antérieure et ascendante, branche de l'artère honteuse interne.

*b.2. Vascularisation veineuse:*

Les veines de la face antérieure de la vessie sont au nombre de deux, elles descendent verticalement vers le col vésical, ménageant entre elles une zone avasculaire où la vessie peut être incisée verticalement. Elles se glissent entre les deux ligaments pubo-vésicaux pour rejoindre le plexus veineux pré prostatique de SANTORINI.

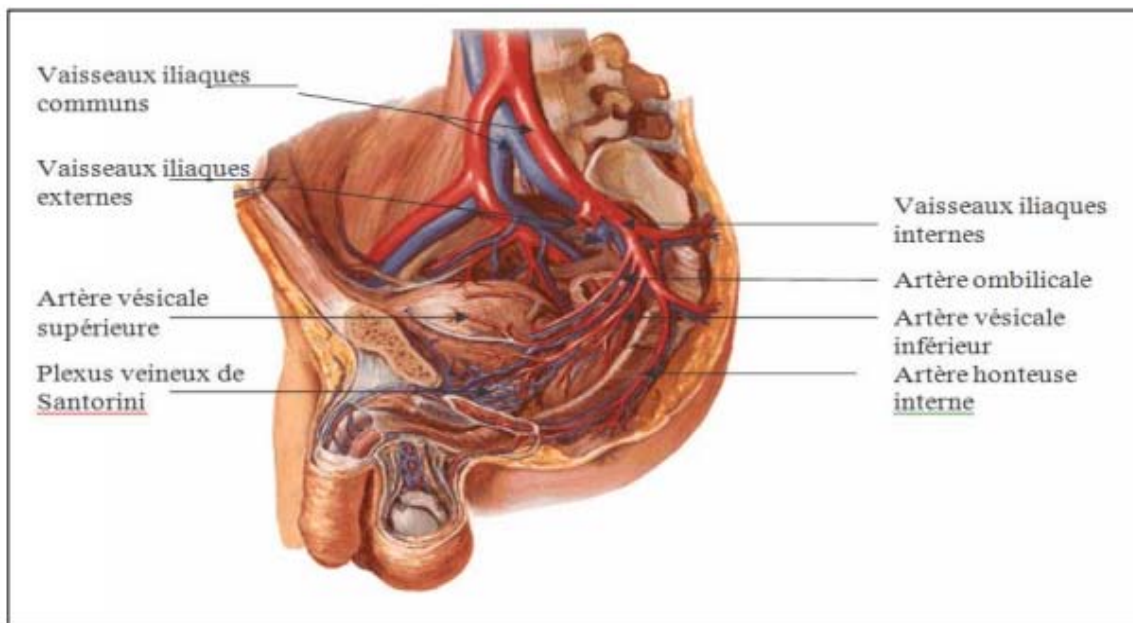
Les veines latéro-vésicales, qui constituent les voies de drainage principales de la vessie, sont contenues dans les ailerons vésicaux-prostatiques.

Elles se drainent dans deux courants principaux :

- un courant supérieur (supra lévatorien) qui vient en avant du plexus préprostatique sous les ligaments pubo-vésicaux,
- et un courant inférieur (infra lévatorien) qui contourne le bord inférieur du muscle releveur de l'anus pour passer sous celui-ci et former une des origines de la veine honteuse interne. En arrière, ces courants veineux latéraux (supra et infra-lévatorien) convergent pour former la veine hypogastrique: le courant supra

lévatorien rejoindra le tronc antérieur de la veine hypogastrique, le courant infra-lévatorien (veine honteuse interne) se jettera dans le tronc postérieur (ischio-honteux) de la veine hypogastrique.

Le plexus prè-prostatique de SANTORINI a schématiquement la forme d'un losange, il réalise un réseau veineux recevant en avant sous le pubis la veine dorsale profonde de la verge, en arrière et en haut les veines antérieures de la vessie, en arrière et en bas les veines antérieures de la prostate. Il émet, latéralement au-dessus du plan des releveurs de l'anus, les veines latéro-vésico-prostatiques accolées par l'aponévrose pelvienne sur la face latérale de la prostate, et au-dessous du plan des releveurs de l'anus les veines honteuses internes.



**Figure 8 :** Vascularisation de la vessie.

***b.3. Vascularisation lymphatique:***

La vascularisation lymphatique est schématisée selon le plan suivant:

- Des réseaux d'origine sous muqueux et musculaires collectent la lymphe au profit d'un réseau profond.

A partir du réseau péri-vésical, des tubes collecteurs suivent des trajets divers pour aboutir aux ganglions régionaux:

- Les lymphatiques de la paroi antérieure et de la calotte vont se jeter dans les ganglions iliaques externes.
- Ceux de la paroi postérieure se rendent aux ganglions de la bifurcation de l'hypogastrique.
- Ceux du trigone émergent en dedans des canaux déférents, et gagnent les ganglions du groupe iliaque externe, essentiellement à la chaîne interne et moyenne.

**c. Innervation:**

Les nerfs sont difficiles à systématiser, pourtant tous naissent ou concourent à une formation pelvienne nettement individualisée : Le ganglion hypogastrique.

Le bord postérieur de ce ganglion reçoit les fibres afférentes dont on sépare classiquement deux contingents anatomiques et fonctionnels:

- L'un fait de fibres sympathiques,
- L'autre constitué de fibres parasympathiques : constitue les nerfs érecteurs d'ECKARDTS venant du plexus honteux constituant une lame quadrilatère et plexiforme. Cette dernière se dirige vers la face postérieure de la vessie, en avant du rectum. Ce plexus est en rapport avec le bord latéral des vésicules séminales qu'il croise.

## II. Lithogenèse :

Le terme de lithogenèse regroupe l'ensemble des processus qui conduisent au développement d'un calcul dans les voies urinaires.

La lithogenèse comporte plusieurs phases qui s'expriment successivement ou simultanément.

On peut distinguer deux grandes étapes dans la lithogénèse : la cristallogenèse et la calculogénèse [26].

La cristallogenèse correspond à la formation de cristaux à partir de substances initialement dissoutes dans les urines et ne constitue pas en soi un processus pathologique [27].

La calculogénèse proprement dite se définit généralement par la rétention et la croissance des cristaux et agrégats cristallins à un niveau quelconque de l'appareil urinaire [29].

Toutefois, il existe des pathologies lithiasiques révélées par la nature simple des cristaux [28]. C'est le cas, par exemple des infections des voies urinaires, par des microorganismes uréasiques, révélées ou attestées par la présence de la struvite, espèce cristalline absente des urines normales [29].

La lithogénèse se traduit par une cascade d'évènements qui se déroulent rarement de manière continue, mais au contraire, de façon intermittente, au gré de la variation d'amplitude des anomalies biochimiques urinaires impliquée dans le processus lithogène [26].

## **1. Etapes de la lithogénèse :**

Le processus de la lithogénèse peut être décomposé en sept étapes qui se succèdent ou s'entremêlent au cours de la formation d'un calcul.

Ces étapes sont les suivantes :

- La sursaturation des urines.
- La germination cristalline.
- La croissance des cristaux.
- L'agrégation des cristaux.
- L'agglomération cristalline.
- La rétention des particules cristallisées.
- La croissance du calcul.

### 1.1. La sursaturation urinaire :

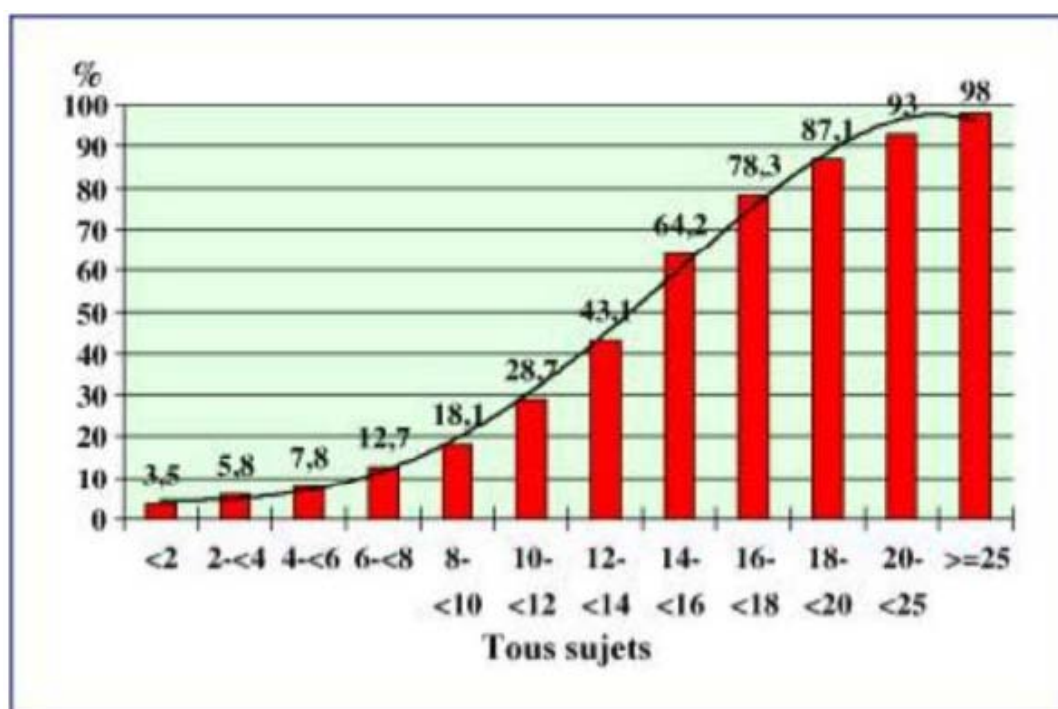
La sursaturation se définit comme étant la concentration maximale d'un ou de plusieurs solutés au-delà de laquelle toute nouvelle fraction de la substance ajoutée reste insoluble [30].

Dans des conditions physicochimiques définies (température, pression, pH...), une substance peut-être dissoute dans un solvant, en l'occurrence l'eau, jusqu'à une certaine concentration qui représente le produit de solubilité kps de cette substance dans le solvant.

Lorsque la concentration de la substance égale son produit de solubilité, on dit que la solution est saturée vis-à-vis de cette substance. [31]

Lorsque la concentration de la substance excède son produit de solubilité, la solution est sursaturée vis-à-vis de cette substance et des cristaux de celle-ci peuvent en principe se former [31].

Par ailleurs, l'urine est un milieu complexe de composition très fluctuante qui contient des molécules ou des ions susceptibles d'interagir avec les composants de la substance cristallisable. À cause de cela, le risque de développer des cristaux ne devient réel que pour des niveaux de sursaturation élevés (facteur 2 à 20) selon la substance et son environnement (figure9) [29].



**Figure 9:** Fréquence de la cristallurie d'oxalate de calcium en fonction de la sursaturation oxalocalcique [29].

Les principales causes de sursaturation sont :

Un défaut de diurèse, l'hypercalciurie, l'hyperoxalurie, l'hyperuricurie, l'hyperphosphaturie, l'hyperacidité ou l'hyperalcalinité des urines, ainsi que des anomalies anatomiques, ou encore la présence d'un corps étranger [32].

### **1.2. La germination cristalline :**

Le niveau de sursaturation à partir duquel les cristaux se forment rapidement définit un seuil de risque désigné sous le terme de produit de formation (PF), il dépend de la composition de l'urine et varie d'un individu à l'autre et, dans de moindres proportions, chez un même individu, d'un prélèvement à l'autre. Ce seuil est propre à chaque substance cristalline.

Lorsque le niveau de sursaturation est suffisant, les molécules dissoutes non dissociées qui se sont formées à partir des ions en solution se rassemblent pour constituer des germes cristallins [29].

Cette étape dite germination ou nucléation cristalline peut s'exprimer selon deux modes différents :

Nucléation homogène et nucléation hétérogène [32].

#### **a. La nucléation homogène :**

Lorsque le produit de formation d'une espèce est atteint, des germes cristallins de cette espèce se forment à partir des ions de la substance en solution dans l'urine. Dans ce cas, la cristallurie se compose uniquement de l'espèce considérée. On parle alors de germination cristalline par un processus de nucléation homogène [29, 30].

#### **b. La nucléation hétérogène :**

Les urines humaines sont fréquemment sursaturées simultanément vis-à-vis de plusieurs substances cristallisables. C'est particulièrement le cas chez les patients lithiasiques. Dans ce cas, si le produit de formation de l'une des substances est atteint, entraînant sa cristallisation dans l'urine, la présence de ces cristaux peut induire la cristallisation d'une

seconde espèce pour laquelle le produit de formation n'est pas encore atteint en raison d'une moindre sursaturation. On parle alors de cristallisation par nucléation hétérogène.

Ce mécanisme est responsable de la majorité des maladies lithiasiques observées aujourd'hui. Une des conséquences de la nucléation hétérogène est la formation de calculs de composition mixte [26, 29]

### 1.3. La croissance cristalline :

Cette étape assure la transformation des germes cristallins initiaux mesurant quelques centaines d'angströms, en cristaux de plusieurs microns.

Le temps nécessaire à cette croissance cristalline est généralement supérieur au temps de transit tubulaire de l'urine et ne permet donc pas à des cristaux nucléés dans la lumière du tube rénal d'atteindre une taille suffisante pour provoquer leur rétention à un niveau quelconque du néphron. La croissance cristalline intervient donc d'avantage dans l'augmentation de taille des particules qui ont été retenues dans le rein par d'autres mécanismes [32].

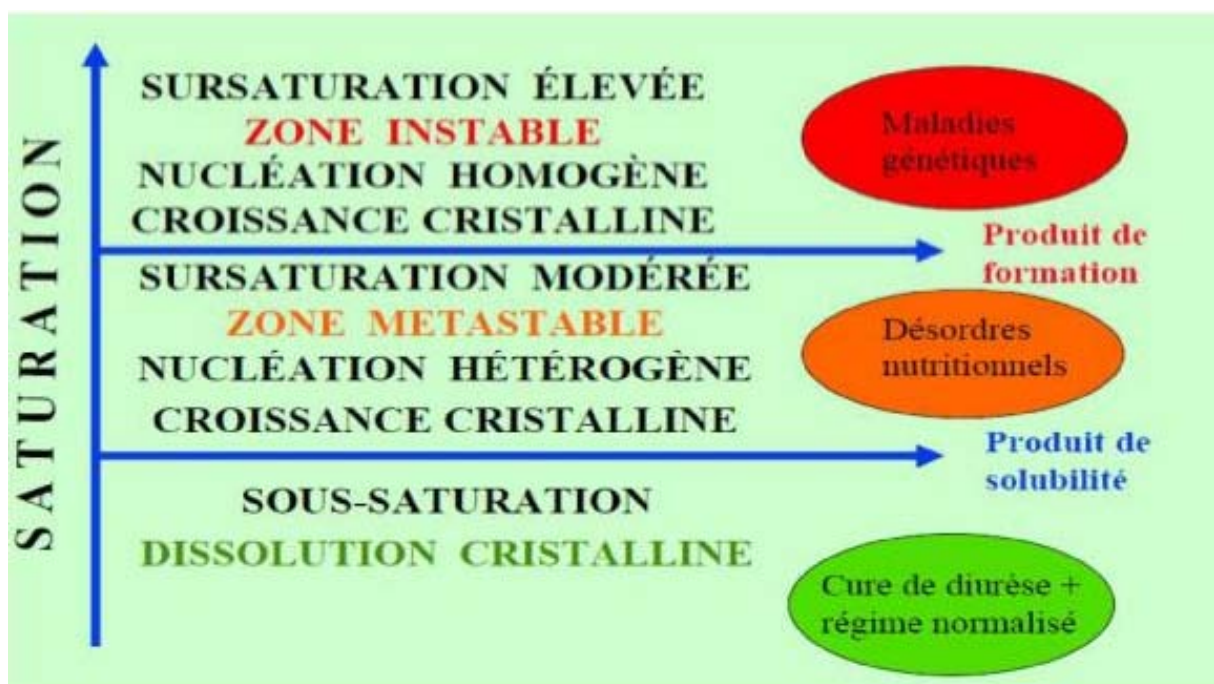


Figure10 : Zones de saturation urinaire [32].

#### **1.4. L'agrégation des cristaux :**

L'agrégation cristalline, contrairement à la croissance, est un processus rapide mettant en jeu des phénomènes d'attraction électrostatique en fonction de la charge superficielle des cristaux.

De ce fait, des particules volumineuses sont engendrées dans un délai très court, inférieur au temps de transit de l'urine à travers le rein.

À cause de leur taille, mais aussi de leur forme très irrégulière et de la présence de nombreuses aspérités (cristaux anguleux), les agrégats ainsi formés sont susceptibles d'être retenus dans les segments terminaux des néphrons, sur l'épithélium papillaire ou dans les cavités excrétrices du rein [29,30].

#### **1.5. L'agglomération cristalline :**

Elle implique des macromolécules urinaires qui, par leurs nombreuses charges négatives, peuvent se fixer à la surface des cristaux, et favoriser secondairement la fixation de nouveaux cristaux sur les premiers en les organisant les uns par rapport aux autres, contribuant ainsi à l'architecture du calcul.

Il s'agit d'un aspect fondamental des processus lithiasiques s'exprimant aussi bien au niveau des étapes initiales de la lithogénèse, qui aboutissent à la rétention de particules dans les voies urinaires, que dans les phases ultérieures de croissance du calcul initié.

Les macromolécules impliquées dans ces processus sont essentiellement des protéines. Certaines sont souvent impliquées dans des processus d'inhibition cristalline et semblent donc avoir un rôle ambigu qui s'explique par la variabilité du milieu urinaire [29].

On peut illustrer cette complexité par quelques exemples. Le premier concerne la principale protéine urinaire, c'est-à-dire la protéine de Tamm-Horsfall (THP). Sous forme de monomère, la THP est un inhibiteur efficace de la croissance et de l'agrégation cristalline [33].

En revanche, lorsqu'elle se polymérise, elle perd ses propriétés inhibitrices et semble même capable de promouvoir la cristallisation, du moins dans les expérimentations réalisées in vitro [34, 35].

L'albumine, deuxième protéine des urines, possède une activité inhibitrice vis-à-vis de la croissance cristalline et tend par ailleurs à augmenter la germination cristalline [36].

La troisième protéine est l'uropontine. En raison de son affinité pour le calcium, l'uropontine peut aussi se lier aux cristaux d'apatite, non seulement dans les urines, mais aussi dans le parenchyme rénal, de ce fait, l'uropontine exerce des effets contradictoires.

#### **1.6. Rétention des particules cristallines :**

Cette étape peut être considérée comme la première étape du processus lithogène proprement dit, à partir de laquelle des particules cristallines formées au cours des différentes phases de la cristallogénèse vont être retenues dans le rein ou les voies urinaires et vont croître pour former un calcul [29].

Quatre situations différentes peuvent être envisagées :

##### ❖ Adhésion des cristaux à l'épithélium tubulaire :

Les cristaux formés dans la lumière tubulaire sont habituellement entraînés avec l'urine hors du néphron et rejetés dans les cavités excrétrices, mais lorsque des cristaux s'accrochent à la membrane apicale des cellules, ils sont internalisés par des vésicules d'endocytose puis soumis à une lyse intracellulaire [37].

Si le processus d'endocytose est un phénomène relativement rapide, nécessitant quelques heures, celui de la dissolution lysosomiale des cristaux est beaucoup plus long. De ce fait, le tube rénal peut corriger les effets potentiellement délétères d'une cristallisation occasionnelle et peu abondante, mais pas ceux d'une cristallisation massive ou fréquente qui peut conduire à une accumulation de particules cristallines dans l'espace intracellulaire et aboutir à un processus d'apoptose [29].

##### ❖ Rétention cristalline obstructive dans le néphron :

Plusieurs pathologies lithiasiques s'expriment de cette façon. La plus fréquente est la maladie de Cacchi-Ricci. On y observe des calculs représentant de véritables moules tubulaires développés au niveau des ectasies puis parfois expulsés, beaucoup de ces calculs pouvant rester coincés dans les segments distaux des néphrons et réaliser l'aspect de pseudo-néphrocalcinose médullaire qui est souvent associé à cette maladie.

❖ Lithogenèse papillaire :

Hypothèse évoquée pour la première fois en 1936, par l'urologue américain Randall, qui a décrit un aspect de lithogenèse à partir de calcifications papillaires initialement développées dans l'interstitium et servant, après effraction à la surface de l'épithélium papillaire, de support à la formation de calculs oxalocalciques [38].

Evan et al. et Mattaga et al, ont entrepris des études histologiques, physicochimiques et biochimiques pour essayer de comprendre comment se formaient ces calcifications, aujourd'hui désignées sous le nom de plaques de Randall [33]. Ils ont montré que les dépôts de carbapate qui les composent apparaissent primitivement dans la membrane basale de la partie profonde des anses longues de Henle et qu'elles s'étendaient ensuite à travers l'interstitium de la médullaire profonde jusqu'à l'épithélium papillaire.

La destruction locale de l'épithélium papillaire aboutit à la mise en contact de la surface de la plaque avec l'urine sursaturée issue des tubes collecteurs voisins, ce qui entraînerait un processus de cristallisation sur la plaque par nucléation hétérogène [34].

Les calculs issus de ce processus ont une morphologie très particulière qui permet de les reconnaître par un simple examen optique sous un faible grossissement (figure 11) [29].



**Figure 11** : Calcul de whewellite formé sur la papille rénale à partir d'une plaque de Randall [29].

❖ Rétention cristalline sans adhésion à l'épithélium :

Un autre mode de cristallisation et de rétention cristalline est la stagnation de l'urine, même modérément sursaturée, dans une cavité rénale déclive ou un diverticule caliciel ou dans la vessie en amont d'un obstacle prostatique.

La rétention locale d'urine peut entraîner une cristallisation et les cristaux ainsi formés peuvent avoir des difficultés, pour des raisons anatomiques, à s'évacuer, ce qui entraîne une lithogénèse régulière et répétée aboutissant progressivement à la formation de multiples calculs sur le même site anatomique.

**1.7. Croissance du calcul :**

La vitesse de croissance du calcul initiée par la rétention cristalline est ensuite très variable, dépendant du niveau de sursaturation des urines et donc de la nature des anomalies métaboliques présentes.

La croissance du calcul se fait par poussées au gré des sursaturations urinaires, si la lithogénèse résulte de fautes diététiques.

Lorsque la cause est une maladie génétique, le calcul se développe de manière plus régulière.

Lorsque la sursaturation est liée à une anomalie métabolique de forte amplitude, le calcul qui en résulte est généralement pur (par exemple, cystine dans la cystinurie).

Dans le cas contraire, il peut fixer des composants divers au gré des sursaturations urinaires, ce qui explique le fait que la plupart des calculs urinaires renferment plusieurs espèces cristallines.

**1.8. La conversion cristalline :**

C'est l'évolution de la forme cristalline primitive instable à la forme thermodynamiquement stable, avec modification morphologique du calcul lorsque la cristallogénèse active est finie (secondairement à un traitement, changement des habitudes hygiéno-diététiques),[37].

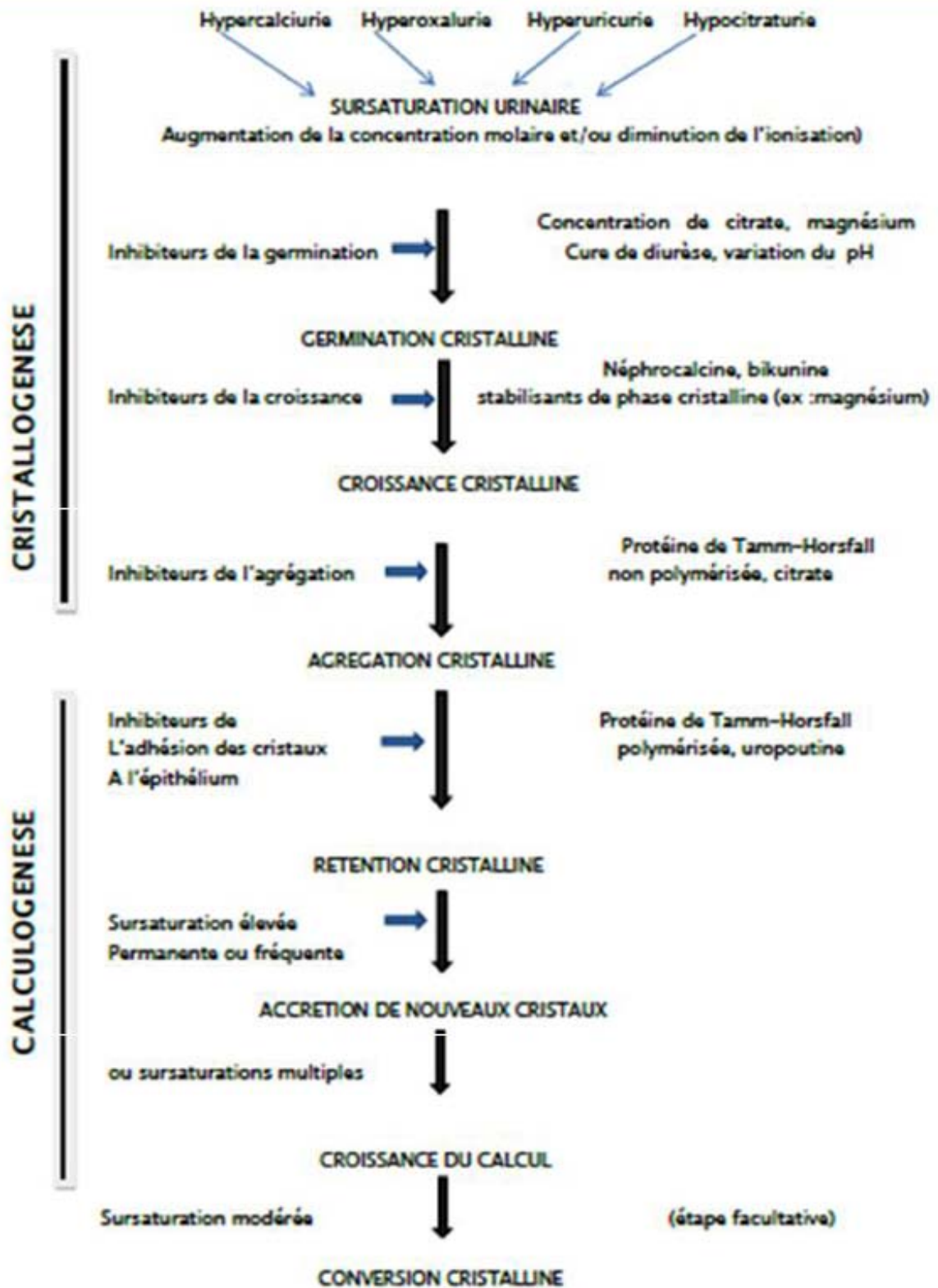
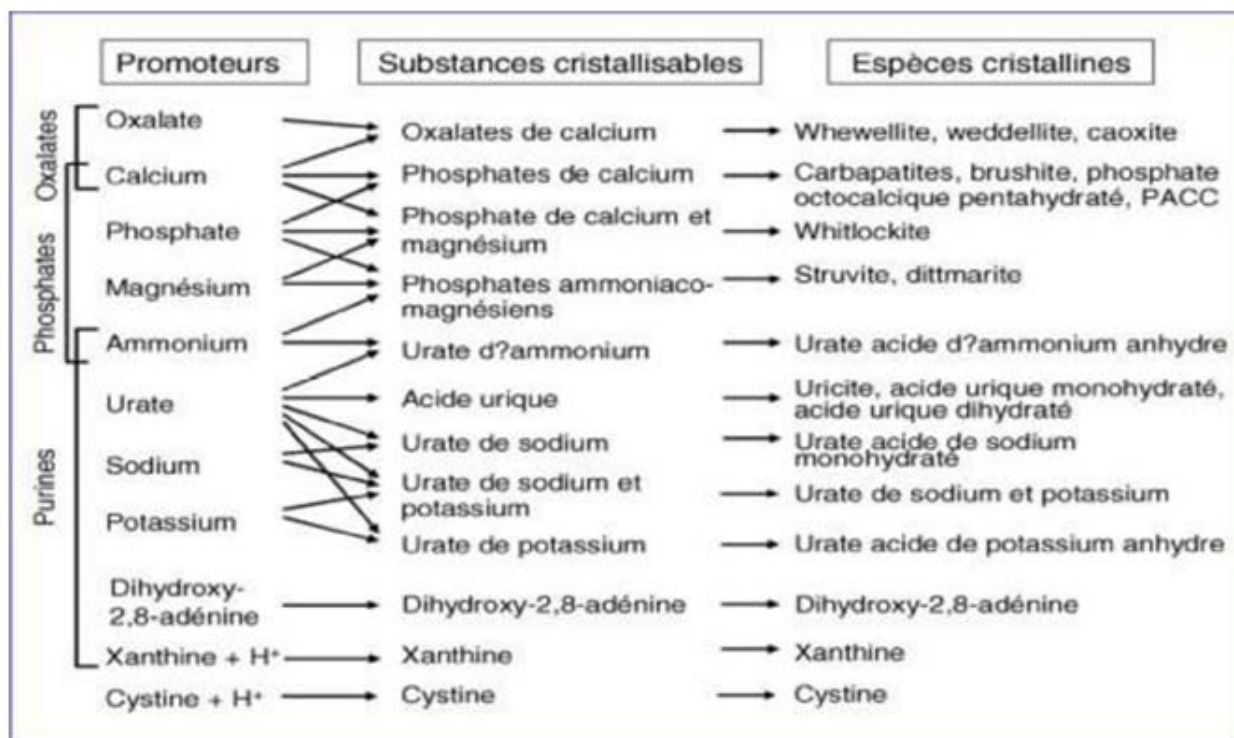


Figure 12: étapes de la lithogénèse

## 2. Promoteurs de la lithogénèse :

Les ions qui participent à la formation des espèces insolubles sont appelés promoteurs de la cristallisation. Ils s'associent très souvent par deux ou par trois pour former une substance cristallisable qui, elle-même, peut se présenter sous plusieurs espèces cristallines [29].



**Figure 13 :** Promoteurs, substances cristallisables et espèces cristallines [29].

## 3. Inhibiteurs de la lithogénèse :

La formation des calculs résulte du déséquilibre entre facteurs promoteurs et inhibiteurs de la lithogénèse [37].

Les inhibiteurs de la lithogénèse sont définis comme des molécules qui augmentent le seuil de sursaturation nécessaire à l'initiation de la nucléation, qui ralentissent la croissance cristalline et qui inhibent secondairement la nucléation.

Les inhibiteurs sont présents aussi bien chez le sujet normal que lithiasique, mais sont globalement moins efficaces chez ces derniers pour empêcher la formation des cristaux, soit parce qu'ils sont en quantité insuffisante par rapport aux promoteurs, soit parce qu'ils sont structurellement modifiés, ce qui altère leur efficacité [39].

Les inhibiteurs de la lithogénèse, sont classés, selon leur mécanisme, en deux catégories:

- Les molécules ioniques urinaires, agissent en formant un complexe soluble avec les substances cristallisables, et diminuant ainsi la sursaturation, ainsi le citrate complexe le calcium libre ionisé urinaire et inhibe l'agrégation cristalline.
- Les inhibiteurs de haut poids moléculaire, exercent leur action directement sur les cristaux en bloquant les sites de croissances situés à leur surface, ils appartiennent essentiellement à deux familles chimiques : les glycoaminoglycanes et les glycoprotéines [32].

Inhibiteurs de faible poids moléculaire	cible	Inhibiteurs macromoléculaires	cible
		<i>Protéines</i>	
Zn <sup>2+</sup>	OxCa	Protéine de Tamm-Horsfall	OxCa
Fe <sup>3+</sup>	OxCa	Néphrocalcine	OxCa
Mg <sup>2+</sup>	OxCa	Uropontine	OxCa, PCa
Citrate	OxCa, PCa	Bikunine	OxCa
Isocitrate	OxCa, PCa	Fragment 1 de la prothrombine	OxCa
Phosphocitrate	OxCa, PCa	Fibronectine	OxCa
Pyrophosphate	OxCa, PCa	Calprotectine	OxCa
Aspartate	OxCa		
Glutamate	OxCa	Lithostathine	CaCO <sub>3</sub>
Hippurate	OxCa	<i>Glycosaminoglycanes</i>	OxCa,
		Sulfate de chondroïtine	acide urique, urates
		Sulfate d'héparane	OxCa
		Sulfate de kératane	OxCa
		Sulfate de dermatane	OxCa
		Acide hyaluronique	OxCa, PCa

**Figure 14:** Inhibiteurs de la cristallisation

#### **4. Le rôle du pH urinaire :**

Le pH urinaire exerce une influence considérable sur plusieurs molécules promotrices et inhibitrices de la lithogénèse, avec des conséquences très importantes sur l'équilibre urinaire, l'efficacité de l'inhibition, le risque de cristallisation spontanée de certaines espèces comme l'acide urique, les urates et le phosphate [32].

Le pH urinaire physiologique varie entre 5,5 et 7,0 [34].

##### **4.1. Rôle de l'acidité :**

Un pH acide c'est-à-dire inférieur à 5,3 favorise la précipitation de l'acide urique dont la solubilité est moins de 1 mmol/l au-dessous de pH 5, alors qu'elle dépasse 3 mmol/l au-dessus de pH 6, on conçoit aisément d'une urine en permanence acide pour des raisons métaboliques ou hygiéno-diététiques soit propices au développement d'une lithiase urique [32].

##### **4.2. Rôle de l'alcalinité :**

Lorsque le pH dépasse 6,5 la précipitation de phosphate de calcium sous forme de carbapatite ou de phosphate amorphe de calcium carbonaté est fréquente, aussi bien chez les sujets normaux que lithiasiques. Quand le pH est supérieur à 7,5 en présence d'une hyperammoniogénèse (germes uréasiques), il existe un risque de précipitation de phosphate ammoniacomagnésien (struvite), mais aussi d'urate d'ammonium en cas d'hyperuraturie associée [32].

#### **5. Anomalies morpho-anatomiques des voies urinaires :**

Globalement, au moins 10% de l'ensemble des calculs urinaires sont associés à une anomalie anatomique de l'appareil urinaire. L'anomalie anatomique est habituellement génératrice de stase et facilite de ce fait, en ralentissant le flux urinaire, la cristallisation des espèces en sursaturation, la prolifération de bactéries lithogènes ou la rétention de particules

cristallines formées plus haut dans l'appareil urinaire [24]. Ce sont les lithiases d'organes à différencier des lithiases d'organismes secondaires à des anomalies métaboliques.

<b>Anomalies anatomiques congénitales</b>
Maladie de Cacchi-Ricci
Diverticules caliciels et pyéliques
Mégacalicose
Kystes parapyéliques
Polykystose rénale
Rein en fer à cheval
Malrotation rénale
Syndrome de la jonction pyélo-urétérale
Méga-uretère
Urétérocèle
Duplicité-bifidité pyélo-urétérale
Reflux vésico-urétéral
Vessie neurogène
<b>Anomalies anatomiques acquises</b>
Sténose urétérale
Compression urétérale extrinsèque
Dysfonction vésicale
Obstacles sous-cervicaux (uréthroprostatiques)
Dérivations urinaires

**Figure 15:** Principales anomalies anatomiques associées aux lithiases

## **6. Facteurs nutritionnels:**

La grande majorité des lithiases relève d'anomalies métaboliques urinaires induites par des comportements nutritionnels inadaptés, toutes les enquêtes épidémiologiques visant à expliquer les variations de fréquence de la lithiase urinaires montrent que l'alimentation est l'une des principaux facteurs modulant le risque de formation de calculs.

### **6.1. Facteurs nutritionnels directs : [37]**

Les éléments susceptibles de cristalliser dans les urines et qui sont apportés par l'alimentation [33].

#### **a. Calcium :**

Est l'une des composantes essentielles des lithiases dites calciques, En Grande-Bretagne, des enquêtes épidémiologiques ont montré que la fréquence de la lithiase calcique croît linéairement avec les apports alimentaires de calcium jusqu'à un niveau d'environ 25 mmol/24h, soit 1 g/24h.

À l'inverse, le risque lithogène induit par un régime pauvre en calcium est également une éventualité fréquemment observée.

#### **b. Oxalate :**

C'est un facteur important de la lithogénèse oxalocalcique, présent dans de nombreux aliments végétaux.

Une alimentation végétale souvent riche en acide oxalique et pauvre en calcium, favorise l'absorption intestinale des ions oxalates libres qui sont alors éliminés par le rein.

L'hyperoxalurie qui en résulte peut être responsable de la formation de novo de calculs ou de la croissance de calculs préexistants développés initialement par un autre mécanisme.

Certains aliments sont particulièrement riches en oxalate comme, le chocolat noir, les épinards, et le cacao.

#### **c. Citrate :**

Le citrate urinaire est un complexant efficace de la cristallisation oxalocalcique, l'excrétion urinaire du citrate est essentiellement dépendante de l'équilibre acido-basique intracellulaire. Toute situation génératrice d'acidose aura tendance à augmenter la réabsorption tubulaire du citrate et engendrera une hypocitraturie, donc un défaut de complexation du calcium urinaire.

La meilleure façon de majorer la citraturie est d'augmenter la charge alcaline alimentaire.

**d. Les apports hydriques :**

Le défaut de boissons est la première cause de lithiase.

La conséquence est une augmentation de la concentration des solutés lithogènes, qui peut aggraver un déséquilibre entre promoteurs et inhibiteurs de la cristallisation urinaire.

La diurèse quotidienne devrait être voisine de 1,5 l dans un pays tempéré, la diurèse quotidienne devrait être portée à 2 l/j chez les sujets lithiasiques pour réduire significativement le risque cristallogène.

Les apports hydriques doivent être convenablement répartis sur les 24 heures pour éviter les pics de concentration nocturnes responsables de récurrence lithiasique chez certains sujets.

**6.2. Facteurs nutritionnels indirects :**

**a. Apports protidiques :**

L'influence des apports protidiques sur l'excrétion urinaire des facteurs lithogènes a fait l'objet de nombreux travaux.

Ils ont permis de mettre en lumière les effets multifactoriels des excès de protéines animales sur l'expression du risque lithogène urinaire: abaissement du pH de l'urine, augmentation de l'excrétion du calcium et de l'acide urique, voire de l'oxalate et diminution de celle du citrate.

**b. Le sel :**

Les apports excessifs de sel induisent plusieurs effets lithogènes. Le plus constant est l'accroissement de l'excrétion calcique par diminution de la réabsorption tubulaire du calcium [33].

**c. Les sucres raffinés :**

Entraînent une hyperinsulinémie qui provoque à la fois une diminution de la réabsorption tubulaire du phosphore et une augmentation de l'excrétion tubulaire du calcium, souvent associées à une augmentation de l'élimination urinaire d'oxalate.

**d. Les lipides :**

Les alimentations riches en lipides, et notamment en triglycérides susceptibles de libérer des acides gras libres dans la lumière intestinale, sont une cause potentielle d'hyperoxalurie [38].

**e. Les fibres végétales :**

Bien que la baisse de consommation des fibres végétales non absorbables apparaisse comme un facteur de risque lithogène au plan macro épidémiologique [40], l'effet des fibres végétales est moins clair au plan individuel.

Un apport insuffisant de fibres déséquilibre l'absorption de certains nutriments potentiellement impliqués dans les processus de cristallisation, notamment le calcium et l'oxalate [38].

habitudes alimentaires	mécanismes
<b>effets directs</b>	
apports élevé en calcium	hypercalciurie
apports élevé en oxalate	hyperoxalurie
apport élevé en purines	hyperuricurie
apport faibles en fibres végétales	hypercalciurie et oxalurie
apport faibles en boissons	Augmentation de la concentration des purines
<b>effets indirects</b>	
apports élevé en protéines	hypercalciurie, pH urinaire, hypocitraturie
apports élevé en lipides	hyperoxalurie
apports élevé en sucres raffinés	hypercalciurie
apports élevé en sel	hypercalciurie

**Figure 16 :** Rôle des habitudes alimentaires dans la lithogénèse [22].

## **7. Syndrome métabolique et lithiase urinaire :**

Le syndrome métabolique est défini selon, la Classification du NCEP AT III (National Cholestérol Education Program), par la présence d'au moins trois des éléments suivants :

- Tour de taille supérieur ou égal à 102 cm chez l'homme et 89cm chez la femme
- Triglycéridémie supérieure à 1,50 g/l
- HDL-C inférieur à 0,40 g/l chez l'homme et 0,50 g/l chez la femme
- Pression artérielle supérieure ou égale à 130/85mmHg
- Glycémie à jeun supérieure ou égale à 1,10 g/l.

En dehors des facteurs de risques de lithiases précédemment cités, et en rapport avec une alimentation déséquilibrée, il semble que l'existence d'un syndrome métabolique favorise l'apparition des lithiases composées d'acide urique.

Par ailleurs, il a été observé pour l'ensemble des lithiasiques une corrélation inverse entre le pH urinaire (reflet de la résistance du rein à l'insuline) et le poids des patients.

Les patients ayant un syndrome métaboliques auraient ainsi du fait d'un défaut d'ammoniogénèse (secondaire à la résistance à l'insuline du rein), un pH urinaire plus acide qui favoriserait la formation des cristaux d'urates [40].

## **8. Maladie génétique et lithiase urinaire :**

Certaines maladies sont directement liées à la formation de lithiases urinaires.

Nous allons citer que l'oxalose qui représente un exemple concret de l'intérêt de l'utilisation de l'outil génétique :

L'oxalose : secondaire à l'hyperoxalurie primitive de type 1 (HOP 1), une maladie rare, est due à un déficit en l'alanine glyoxylate aminotransférase (AGT) déficit enzymatique récessif autosomique affectant le métabolisme hépatocytaire et conduisant à une synthèse excessive d'oxalate.

Cependant elle n'est pas exceptionnelle chez l'enfant dans une série tunisienne, en particulier dans les pays à fort taux de consanguinité, par exemple le Maghreb, où une mutation spécifique est identifiée : la mutation T853C (Ile244Thr), localisée sur l'exon 7 du gène AGXT, dont la recherche par biologie moléculaire peut constituer un diagnostic de certitude [31,42].

## 9. Classifications des calculs :

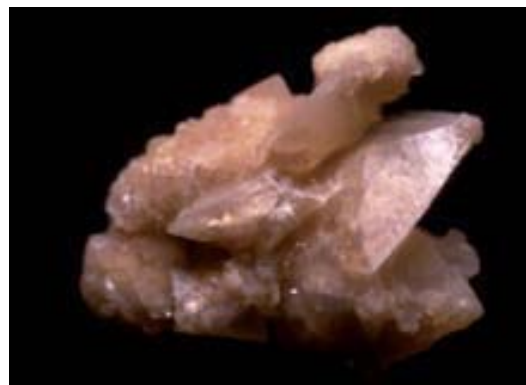
### 9.1. Les calculs calciques :

#### a. Les calculs d'oxalates de calcium :

Sont les plus fréquents, de petite taille, irréguliers, spéculés ou mûriformes. Ils peuvent être monohydratés (whewellite) ou dihydratés (weddellite) (figure 17).



A



B

**Figure 17:** Calculs d'oxalate de calcium monohydraté (A) et dihydraté (B) [43]

#### b. Les calculs de phosphates de calcium:

Jaunes ou bruns, durs, de taille variable et peuvent être coralliformes (figure 18). [44, 45,46]



**Figure 18:** Calcul de phosphate de calcium [43]

**9.2. Les calculs phospho- ammoniaco-magnésiens (struvite) :**

- jaunes, friables, souvent gros ramifiés dans le rein ressemblant à du corail (coralliformes) et se développent en milieu alcalin infecté (figure 19).
- radio-opaques (opacité inférieure à celle des oxalates). [44,46,47]



**Figure 19:** Calcul coralliforme

**9.3. Les calculs uriques:**

Arrondis, lisses, verts foncé ou rouges brun, très durs, souvent multiples et de taille variable (figure 20).

Ils sont radio-transparents quand ils sont purs. [44, 47, 48]



**Figure 20:** Calculs uriques [48]

**9.4. Les calculs cystiniques :[43, 49,50]**

- très rares, lisses, jaunes clair d'apparence cireuse. (Figure 21)
- multiples ou coralliformes bilatéraux et faiblement radio-opaques, d'aspect homogène



**Figure 21:** Calcul de cystine [50]

**9.5. La lithiase médicamenteuse :**

Représente 1.5% des calculs de l'appareil urinaire et est en rapport avec la précipitation de produits ingérés qui cristallisent eux-mêmes. [ 50, 51]

### **III. Données épidémiologiques sur la lithiase urinaire :**

Les caractéristiques épidémiologiques de la lithiase urinaire n'ont cessé d'évoluer ces dernières années faisant suite aux modifications des habitudes nutritionnelles, des conditions sanitaires, des facteurs d'environnement ou de la prévalence des affections qui prédisposent au risque de lithiase (obésité, diabète, syndrome métabolique) [52,53].

#### **1. La prévalence :**

La prévalence de la lithiase urinaire est en augmentation constante dans les pays industrialisés et sa prévalence en France, dans la population générale, est estimée à 10 % [52, 54,55, 56].

Selon l'Association Européenne d'Urologie, cette prévalence varie entre 1 et 20 %. Cette dernière atteint plus que 10% dans les pays riches comme le suède, canada, Etats-Unis [57] .

Les données épidémiologiques, les plus récentes et les plus représentatives concernant la lithiase en France [40,53] ont révélés que 9,8 % de la population de plus de 45 ans avait déjà des antécédents de lithiase et que l'homme était environ deux fois plus exposé que la femme [58, 59]. Le taux de récurrence était de 53% et le nombre moyen de calculs était de trois par patient sans différence entre les sexes. Le délai entre deux récurrences était en moyenne de 3,5 ans.

#### **2. Evolution historique de la lithiase urétérale et vésicale :**

Aussi vieille que l'humanité, la lithiase urinaire est une pathologie qui se transforme avec le temps selon l'évolution propre des sociétés humaines. De multiples écrits, de l'antiquité au moyen-âge, attestent la fréquence de la lithiase. Ainsi, Les études épidémiologiques européennes, américaines et asiatiques montrent que la prévalence de la lithiase urinaire a progressivement augmentée au cours des 50 dernières années.

Jusqu'au XIXème siècle, la lithiase urinaire était essentiellement vésicale de stase développée chez les hommes âgés présentant une hypertrophie prostatique, ou infectieuse chez les femmes.

La lithiase se transforme aujourd'hui dans le haut appareil urinaire, au niveau rénal et urétéral. [52]

Une autre caractéristique de cette évolution est l'allongement considérable de la période de risque de formation des calculs. Et puis la transformation de la composition des calculs du fait des modifications de nos régimes alimentaires. La lithiase oxalocalcique augmente aux dépens de la lithiase urique par exemple.

### **3. Facteurs de risque : [60]**

Plusieurs facteurs de risque lithogènes ont été identifiés :

- antécédents familiaux dans 40 % des cas ;
- apports alimentaires accrus en produits laitiers, protéines animales, sel, aliments riches en oxalate, purines (abats, charcuterie...) ou sucres rapides (fructose notamment) ;
- consommation faible en fibres alimentaires ;
- infection urinaire à germes uréase-positifs (*Proteus mirabilis*, *Klebsiella spp.*, *Pseudomonas spp.*, *Ureaplasma urealyticum...*) ; cette enzyme, en dégradant l'urée, induit la formation d'une matrice protéique sur laquelle les sels minéraux précipitent pour former des calculs phospho-ammoniaco-magnésiens ;
- anomalies du pH urinaire (normal à 5,8), acide (calculs d'acide urique, de cystine et d'oxalate de calcium) ou encore alcalin (calculs de phosphate de calcium) ;
- anomalies anatomiques favorisant la stase urinaire, donc la formation des calculs ;
- iatrogénie médicamenteuse dans 1 % des cas (indinavir notamment, sulfamides, triamtérène, nitrofurantoïne, amidarone, vitamine C...)

## **IV. Diagnostic de la lithiase urétérale et vésicale et préparation des malades:**

### **1. Diagnostic clinique :**

#### **1.1. Symptomatologie :**

##### **a. Calcul de l'uretère :[60-66]**

La découverte d'un calcul urétéral est habituellement évoquée devant une crise de colique néphrétique plus au moins typique, en règle non compliquée. La douleur représente le signe le plus constamment retrouvé dans les différentes séries. Cette douleur est liée à la mise en tension brutale des cavités excrétrices puis de la capsule rénale. Il s'agit d'une douleur extrêmement intense, unilatérale, paroxystique, le plus souvent inaugurale entraînant une agitation extrême. De siège lombaire, le long du trajet de l'uretère, vers la vessie et les organes génitaux externes [61]. Elle peut être accompagnée de troubles mictionnels, surtout à type de pollakiurie, de ténésmes ou de fausses envies en cas de calculs urétéral pelvien juxta vésical. [63]

Les hématuries sont possibles mais doivent toujours être explorées en se souvenant que le calcul n'en est pas forcément la cause directe. Ces hématuries, en rapport avec un calcul, peuvent parfois être importantes et ne pas faire immédiatement leur preuve si le calcul est spiculé de très petite taille masqué sur les radiographies par des structures osseuses notamment en cas de petit calcul oxalocalcique dihydraté souvent radiologiquement très pâle.

Toutefois, des formes graves sont possibles. La colique néphrétique peut se compliquer de frissons et fièvre parfois associés à des modifications de la pression artérielle, confusion, insuffisance rénale aiguë obstructive avec néphrite interstitielle hémotogène, troubles de coagulation en rapport avec un syndrome septique et syndrome inflammatoire (SIRF). Ces signes de colique néphrétique dite « fébrile » en font une véritable urgence urologique. [65,67]

**b. Calcul de la vessie :**

La symptomatologie clinique est variable et peu spécifique confondue avec celle de l'obstruction urinaire causale.

- Les troubles de la miction sont fréquents dans la lithiase du bas appareil urinaire. Ainsi, la lithiase vésicale se révèle souvent par une dysurie variable avec la position du malade, parfois par un brusque arrêt du jet au cours de la miction ou par une rétention. Une pollakiurie ainsi qu'une impériosité mictionnelle prédominant en période diurne et se majorant lors des mouvements, peuvent en être révélatrices.[60,68,69,70]
- L'hématurie : Un calcul peut faire saigner la paroi vésicale par action mécanique.

Les hématuries sont rarement macroscopiques mais plus fréquemment microscopiques et sont habituellement terminales, leur caractère diurne, provoqué par la marche, l'effort, les secousses et calmé par le repos est évocateur. Son incidence est diversement appréciée par les auteurs, de 10 à 42 %. [60 ,68 ,71]

- Douleurs sus pubiennes : Elles sont d'intensité variable : tantôt fugace se produisant lors du contact entre la paroi vésicale et le calcul; c'est-à-dire lors d'une secousse brutale ou en fin de miction, tantôt tenace à type de pesanteur permanente irradient vers le gland. [60] .

## **2. Diagnostic radiologique :**

L'imagerie en matière de lithiase urinaire a évoluée de façon impressionnante.

Ainsi, l'UIV a perdu le premier rôle qu'elle a occupé pendant des décennies dans le bilan de la lombalgie aiguë et a été remplacée par le couple ASP-échographie au début des années 1990. Depuis 1995 et les premières utilisations du scanner sans injection pour le diagnostic des calculs urinaires, celui-ci prend à son tour progressivement la place de l'ASP-écho.

L'IRM est encore peu disponible, mais il est possible qu'avec les importants progrès techniques attendus, son rôle augmente dans ce domaine. [65] .

### **2.1 AUSP :**

Le cliché d' « Abdomen urinaire Sans Préparation » ou « abdomen à vide » ou « appareil urinaire sans préparation » selon les Ecoles, équivalent du KUB – kidney, ureter, bladder – des anglo-saxons a constitué pendant des décennies l'examen d'urgence réalisé devant un abdomen aigu.

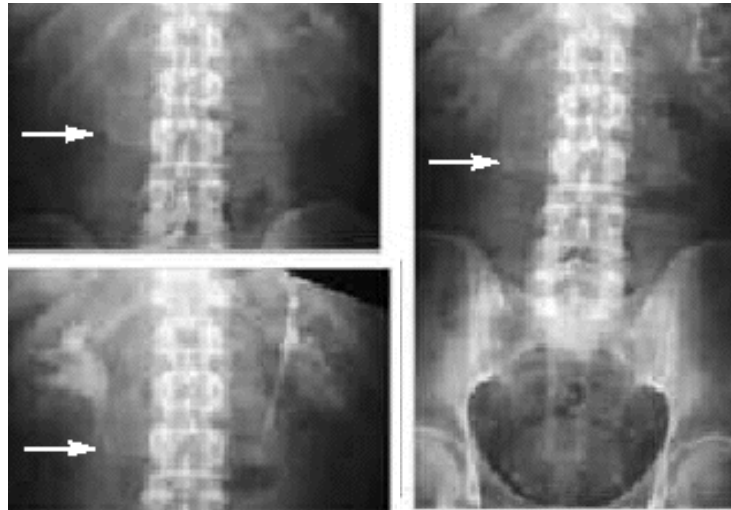
Sur cet AUSP, les urologues ont appris à rechercher de façon réflexe une opacité lithiasique sur le trajet des voies urinaires et à apprécier sa topographie, sa taille et le nombre de calculs. Mais ne permet pas de détecter les complications notamment l'obstruction rénale. [64,66]

L'AUSP a cependant des limites car un calcul peut ne pas être vu parce qu'il est trop petit, radiotransparent, masqué par les gazs ou la stase stercorale de l'iléus réflexe ou être en projection sur les reliefs osseux.

Au niveau pelvien, un calcul est souvent difficile à différencier d'un phlébolithe, même si ce dernier a un aspect en général arrondi, à centre clair. [64]

Au total, l'ASUP malgré que c'est un examen aussi simple et peu onéreux, a une sensibilité et une spécificité faible (45% et 77% respectivement [65]) pour le diagnostic d'obstruction d'origine lithiasique, mais également pour le diagnostic d'autres pathologies abdominales [65, 66, 72].

L'ASP garde un intérêt pour les patients ayant une histoire lithiasique connue et documentée en permettant une comparaison avec les clichés antérieurs.



**Figure 22:** ASP et UIV d'un calcul urétéral se projetant sur l'apophyse transverse droite de L3 [65].

## 2.2 L'échographie vésico-rénale : [64-66,73]

Examen non invasif, peu coûteux et rapide, mais opérateur-dépendant

Les calculs, lorsqu'ils sont accessibles à l'examen, sont en général bien visibles sous la forme d'une zone hyperéchogène avec un cône d'ombre postérieur. Cependant : les seules zones accessibles à l'exploration sont le rein (et la partie haute de l'uretère si celui-ci est dilaté) et la région rétrovésicale si la vessie est pleine.

Néanmoins, toutes les images hyperéchogènes au niveau du rein ne sont pas des calculs (*faux positifs de calcifications vasculaires*) et un complément d'imagerie utilisant les rayons X est nécessaire pour confirmer l'origine lithiasique d'une petite zone hyperéchogène et apprécier son caractère pathologique.

A l'opposé, un petit calcul de moins de 4 mm peut être méconnu à l'échographie [74].

Un calcul radio-transparent a le même aspect hyperéchogène qu'un calcul radio-opaque dont le traitement est différent.

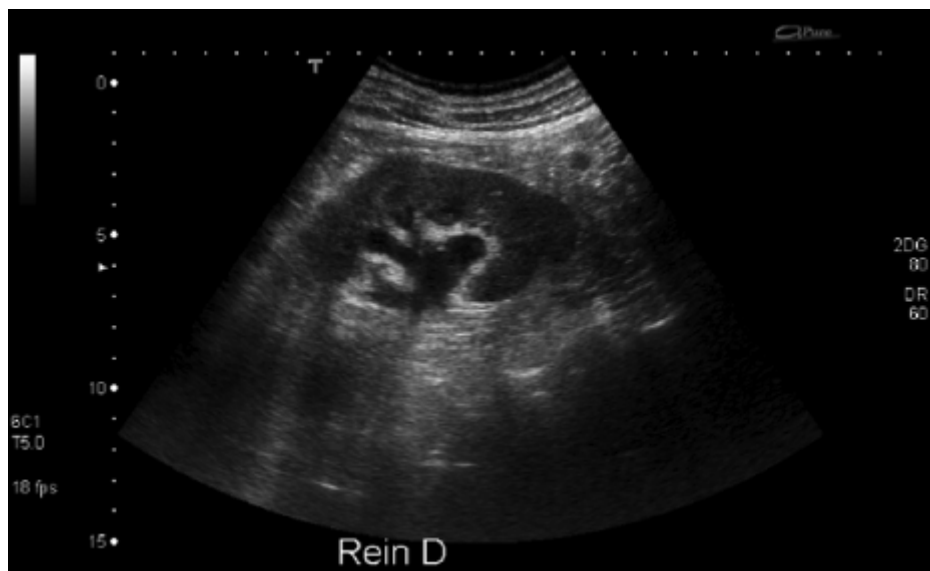
L'artefact de scintillement au Doppler couleur peut aider au diagnostic [73,75] : lié à une interaction complexe entre le faisceau d'ultrasons et la surface irrégulière du calcul, il peut apparaître derrière celui-ci, même s'il est de petite taille et s'il n'y a pas de cône d'ombre.

Le doppler permet aussi de différencier les vaisseaux du sinus rénal d'une minime dilatation pyélocalicielle et d'autre part, il facilite le repérage du croisement de la partie terminale de l'uretère lombaire avec les vaisseaux iliaques.

L'échographie permet aussi le diagnostic clinique de CN en objectivant une dilatation des cavités pyélocalicielles et/ou de l'uretère (figure 23).

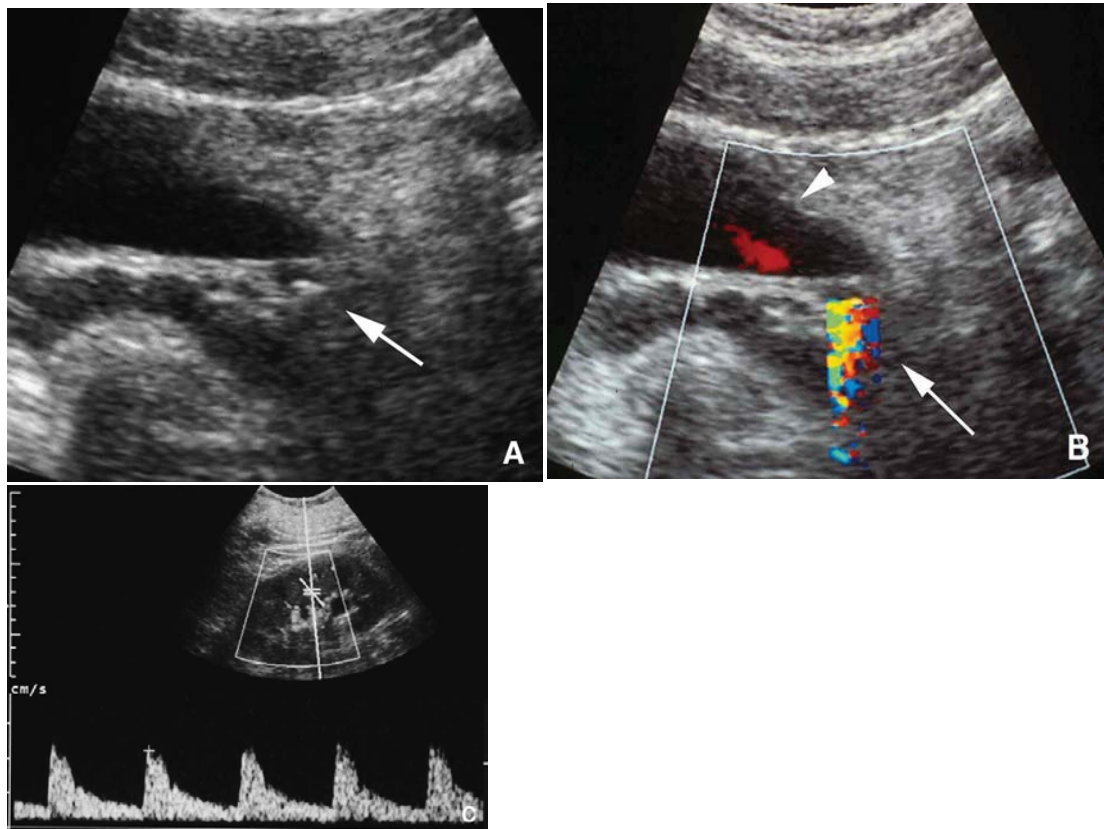
Cependant, toute dilatation ne signifie pas obstruction (hypotonie séquelaire d'un obstacle, distension vésicale lors de l'examen), et toute obstruction ne se traduit pas immédiatement par une dilatation qui peut apparaître quelques heures après (20 à 30 % des obstructions brutales sur calcul urétéral ne sont pas objectivées).

Elle décrit également le parenchyme rénal, un amincissement pouvant être expliqué par un obstacle chronique.



**Figure 23:** Échographie rénale : dilatation des cavités pyélocalicielles droites lors d'une CN.[66]

Au total, L'échographie utilisée seule a une sensibilité de 10 à 50 % selon les séries et a donc un intérêt limité pour la mise en évidence des calculs : dans ces conditions, elle ne peut pas être considérée comme suffisamment performante dans le bilan de la lithiase urinaire [76,77].



**Figure 24 : Échographie pelvienne coupe axiale. Colique néphrétique droite.[73]**

- A. Calcul bloqué en amont du méat urétéral gauche (flèche).
- B. Doppler couleur : artefact de scintillement derrière le calcul (flèche). Il est partiellement obstructif avec un jet urétéral faible (tête de flèche).
- C. Doppler pulsé : Élévation de l'index de résistance (0,75 à gauche avec 0,65 à droite) avec dilatation modérée des cavités.

### **2.3 L'association ASP - échographie :**

Le couple ASP-échographie qui a remplacé l'UIV en urgence et qui était jusqu'ici préconisé par les conférences de consensus [73, 78] permet d'accroître de façon significative la sensibilité de l'échographie isolée [77,79].

Cette association combine les avantages de l'ASP pour la détection des opacités lithiasiques à ceux de l'échographie, surtout intéressante pour les signes indirects de l'obstacle.

La sensibilité est de plus de 90 % avec une spécificité de 75 %. Cette association reste donc une alternative lorsque l'accès à un scanner est limité [80]. Elle reste cependant opérateur-dépendante.

#### **2.4 Urographie intraveineuse :[73,80]**

Elle a été longtemps considérée comme la technique « gold-standard » devant cette symptomatologie clinique. Actuellement remplacée par le couple ASP-écho.

Durant la période douloureuse aiguë, l'UIV sera évitée car l'hyperpression du produit de contraste intracavitaire entraîne une majoration des douleurs et risque de produire une rupture des cavités avec extravasation.

Les avantages de l'UIV sont bien connus à savoir : la visualisation et la localisation exacte du ou des calculs qu'ils soient radio-opaques ou radio-transparents, les dimensions cranio-caudale et axiale pour estimation des possibilités d'élimination spontanée et leur nombre. L'évaluation de la sévérité de l'obstruction est grossière mais bien connue et a fait l'objet depuis de nombreuses années d'un consensus. Tous ces renseignements sont indispensables pour la prise en charge thérapeutique. La sensibilité de l'UIV est élevée allant de 87 à 90 % et sa spécificité va de 94 à 100 % .



**Figure 25:** Urographie intraveineuse 20 minutes après injection montrant un Calcul ovalaire à contour lisse très faiblement opaque (cystine) dans l'uretère lombaire droit partiellement obstructif avec dilatation urétérale susjacente. [73] .

### **2.5 L'examen tomодensitométrique :TDM [76,77,82,84]**

La TDM non injectée est l'examen d'imagerie qui a la meilleure sensibilité (94 à 100%) et spécificité [82].

Il s'agit d'un examen rapide, ne nécessitant pas d'injection de produit de contraste.

La TDM permet des reconstructions dynamiques 3D. Elle permet d'identifier les calculs non visibles sur l'ASP, les calculs uriques (mesure de densité), calculs de petite taille et les calculs urétéraux. Elle permet de préciser les diagnostics différentiels dans près de 50 % des douleurs lombaires.

Quelle qu'en soit la composition chimique, tous les calculs sont détectables, car spontanément denses, ils se distinguent parfaitement du parenchyme rénal sur l'examen sans injection. Avec des coupes entrelacées de 3 mm d'épaisseur, les calculs supérieurs ou égaux à 1 mm seront visibles. Les coupes de 5 mm jointives ne détectent que les calculs supérieurs ou égaux à 3 mm. Avec une réduction de dose d'irradiation de 50 %, les calculs inférieurs ou égaux à 2,5 mm seront encore visibles. La TDM est un examen utile pour étudier une lacune en UIV (si l'échographie n'a pas tranché entre calcul ou tumeur/ caillot). Les calculs urétéraux pelviens non obstructifs sont plus difficiles à distinguer des phlébolithes et nécessitent toujours dans un second temps l'injection de produit de contraste pour suivre le trajet de l'uretère.

La TDM analyse la morphologie avec des informations sur la forme, le nombre exact et les dimensions des calculs dans les trois plans de l'espace.

Elle localise parfaitement leur position, l'orientation des branches d'un calcul coralliforme avec en plus la mise en évidence d'éventuelles pièces calicielles libres.

Elle précise l'aspect des cavités excrétrices dilatées ou non autour du calcul, leur angulation et la position du calcul ainsi que la morphologie du bassinnet.

Toutes ces informations sont disponibles de façon identique, que les calculs soient radio transparents ou faiblement opaques.

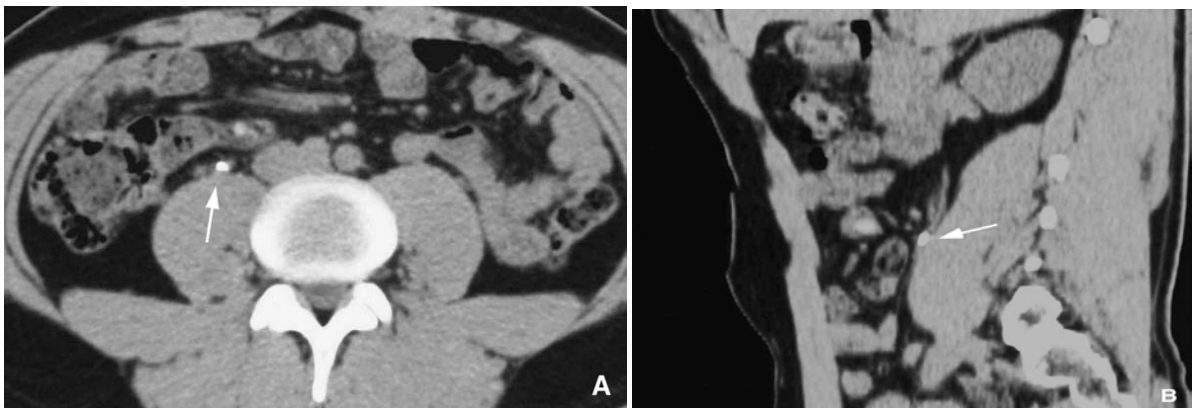
Des études de niveaux de preuve 1 ont confirmé la supériorité de la TDM sur les autres moyens d'imagerie (échographie, IRM) pour les calculs urinaires et les crises de coliques néphrétiques.

Les limites de la TDM, même non injectée, sont l'irradiation, 15–20 mGy (UIV : 10 mGy), le coût (2000 Dirham), la grossesse.

La TDM permet aussi de mettre en évidence des signes indirects de calcul, notamment en cas d'obstruction urétérale aiguë : dilatation urétérale (60–90 %), œdème péri-urétéral et infiltration de la graisse périrénale (40–80 %), augmentation de la taille du rein.

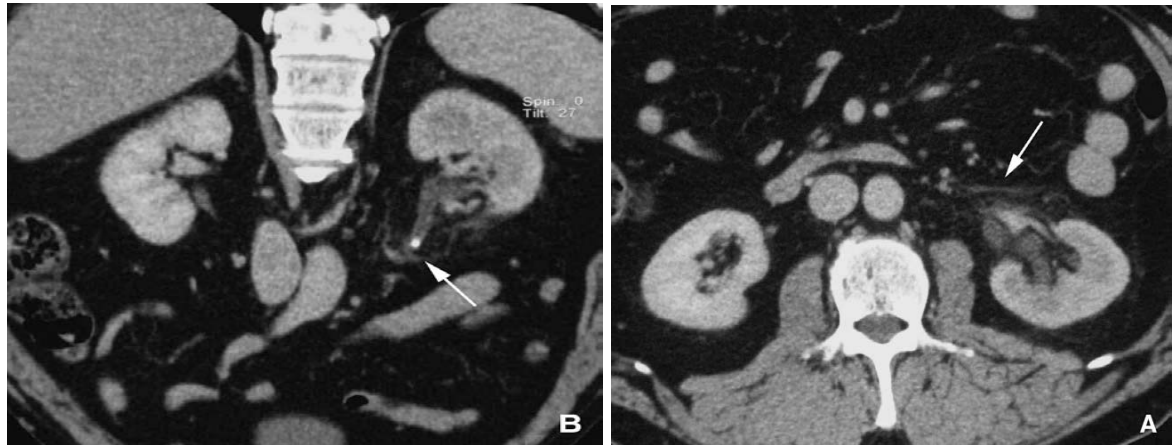
L'injection de produit de contraste est indiquée en cas d'absence ou de doute diagnostique pour évaluer la fonction rénale, en cas d'infection urinaire et dans le cadre du bilan urologique et médical du calcul. Cependant, l'injection de produit de contraste doit tenir compte de certains facteurs de risque de complications.

Enfin, la TDM donne une information optimale sur l'épaisseur du parenchyme rénal, ainsi que l'état du rein controlatéral et dépiste une cause lithogène (diverticule caliciel, malformation congénitale, etc.) au niveau du tractus urinaire.



**Figure 26 : TDM hélicoïdale sans injection de produit de contraste.**  
**Colique néphrétique droite. Pas ou minime obstruction. [73] .**

- A. Calcul urétéral lombaire droit (flèche). Évaluation du diamètre axial du calcul. Pas d'œdème de la paroi urétérale.
- B. Reconstruction 2D sagittale oblique. Pas de dilatation de l'uretère au-dessus du calcul. Évaluation du diamètre cranio-caudal du calcul (flèche).



**Figure 27 : TDM hélicoïdale après injection de contraste (temps parenchymateux).  
Colique néphrétique gauche. [77] .**

- A. Dilatation modérée des cavités gauches avec remaniements inflammatoires de la graisse péri-sinusale témoignant d'une obstruction modérée (flèche). Retard d'opacification du parenchyme avec persistance de la différenciation corticomédullaire par rapport au côté controlatéral.
- B. Reconstruction 2D frontale oblique. Arrêt de la dilatation au niveau du calcul avec œdème de la graisse péri-urétérale en regard (flèche).

### **3. Préparation des malades :**

La prise en charge chirurgicale d'un patient porteur d'un calcul urétéral ou vésical impose, au préalable à tout traitement, d'avoir prescrit et contrôlé certains examens afin de mieux argumenter l'indication thérapeutique et de minimiser les risques. Cette préparation en préopératoire comprend en plus du bilan radiologique, un bilan biologique sanguin et urinaire, et une consultation pré anesthésique

Certaines précautions doivent être prises, concernant :

#### **3.1. L'infection urinaire :**

Pour les techniques d'endo-urologie, l'examen cyto-bactériologique des urines (ECBU) est obligatoire, et l'antibiothérapie est discutée en fonction des résultats de la culture des urines. Une antibioprophylaxie est souhaitable.

### **3.2. L'obstruction :**

Une montée de sonde urétérale ou une néphrostomie percutanée peut s'imposer en cas de calcul totalement obstructif.

Certains auteurs, préconisent l'administration de corticoïdes ou d'anti-inflammatoire non stéroïdiens les jours qui précèdent l'intervention pour réduire l'œdème de la loge calculeuse.

### **3.3. Les troubles de la coagulation :**

Les anticoagulants type antivitamine K doivent être interrompus avant le traitement et remplacés par une héparine de bas poids moléculaire.

### **3.4. Les antiagrégants plaquettaires et héparine de bas poids moléculaire :**

Les antiagrégants plaquettaires doivent être interrompus 8 à 10 jours avant le traitement et remplacés par un anti-inflammatoire à demie vie courte type Flurbiprofène (Cébutide) dont le comprimé du matin ne sera pas donné. Il est recommandé de corriger les troubles de la coagulation des malades atteints de déficit en facteur VIII et de poursuivre cette correction pendant 24 à 48heures.

L'héparine de bas poids moléculaire doit être interrompue au moins douzes heures avant le geste opératoire.

### **3.5. La grossesse:**

Le traitement en première intention de la lithiase urétérale ou vésicale de la femme enceinte relève du drainage seul (néphrostomie ou plus souvent double J), le calcul n'étant traité qu'après la fin de la grossesse.

Au total, Une évaluation métabolique simple est recommandée, dès le premier épisode lithiasique, sur les urines de 24 heures et un prélèvement sanguin. Elle peut être effectuée avant le traitement. Après le geste urologique il faut attendre 8 à 12 semaines pour que ce bilan urinaire soit interprétable. Les calculs retirés par urétéroscopie ou cystoscopie doivent

idéalement subir une analyse morpho constitutionnelle comportant une spectrophotométrie par infrarouge.

L'évaluation des résultats est bien codifiée : la notion de fragment résiduel cliniquement insignifiant qui prévalait jusqu'aux années 90 doit être abandonnée. Le succès est défini par la constatation d'un patient sans fragment résiduel sur l'AUSP ou l'échographie à 3 mois.

La TDM est trop irradiante pour être prescrite en routine. Sa réalisation n'est justifiée que dans le cadre de protocoles d'évaluation clinique ou pour des cas particuliers (maladie métabolique, infection persistante).

L'existence de fragments résiduels majore le risque de récurrence, au-delà des 50% attendus chez des lithiasiques.

Une surveillance annuelle par ASP ou échographie est conseillée.



**MATÉRIELS ET MÉTHODES**



Nous nous sommes intéressés dans notre travail à l'étude rétrospective et monocentrique d'une série de 40 patients : 32 présentant des calculs de l'uretère et 8 des calculs de la vessie, traités par Vaporisation au Laser Holmium YAG, colligés au service d'urologie du C.H.U Mohammed VI, Hôpital Arrazi, Marrakech.

Cette étude a portée sur une période de 21mois, allant du 1er Janvier 2015 au 30 Septembre 2016.

## **I. Objectif de l'étude :**

L'objectif de cette étude est d'avoir un aperçu sur l'expérience du service d'urologie dans le traitement des calculs de l'uretère et de la vessie par Laser Holmium YAG notamment l'efficacité et la tolérance du laser Holmium YAG, en s'intéressant aux données épidémiologiques, cliniques et résultats thérapeutique du Laser.

Nous avons établi, pour ce travail, une fiche d'exploitation comprenant les éléments suivants :

- Données anamnestiques : identité du malade, antécédents médico-chirurgicaux
- Données cliniques : symptomatologie, examen physique.
- Données para cliniques : bilan radiologique et biologique.
- Caractéristiques de la lithiase : taille, type, nombre, latéralité et retentissement sur le haut appareil urinaire.
- Technique opératoire.
- Caractéristiques et paramètres de la fibre du laser
- Et enfin les résultats.

## **II. Critères d'inclusion :**

Tous les patients hospitalisés au service d'urologie et traités par Laser Holmium YAG pour calcul de l'uretère ou de la vessie.

## **III. Critères d'exclusion :**

- Les dossiers non exploitables.
- Les patients traités pour calculs autres que ceux de l'uretère ou de la vessie (caliciels,...).
- Les patients traités pour calculs sans utilisation du laser.



**RÉSULTATS**



## **I. Aspect épidémiologique :**

### **1. Recrutement des malades :**

40 patients ont bénéficié d'un traitement de calcul par laser Holmium YAG dont 32 calculs de l'uretère et 8 calculs de la vessie. Durant la période allant du 1<sup>er</sup> janvier 2015 au 30 Septembre 2016.

### **2. Age :**

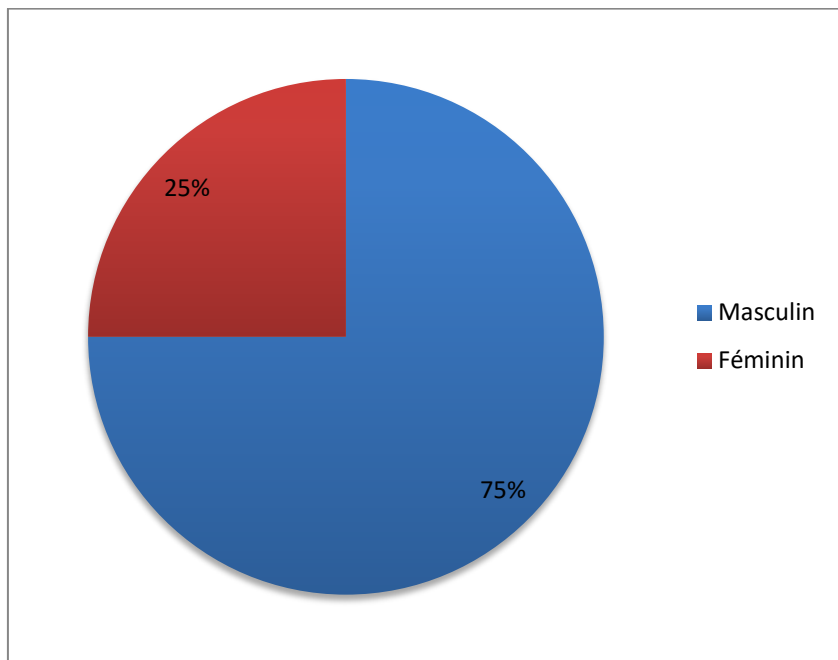
L'âge moyen de nos patients ayant un calcul de la vessie ou de l'uretère tous confondus est de 47 ans avec des extrêmes allant de 25 à 86 ans. La tranche de 38-50 ans était la plus touchée.

Concernant les patients suivis pour calculs de l'uretère seulement, l'âge moyen est de 44 ans avec des extrêmes allant de 25 à 86 ans. La tranche d'âge la plus touchée est de 35 à 46ans.

L'âge moyen des patients traités pour calcul de la vessie seulement est de 53 ans avec des extrêmes allant de 31 à 66 ans. La tranche d'âge la plus touchée est de 40 à 55 ans

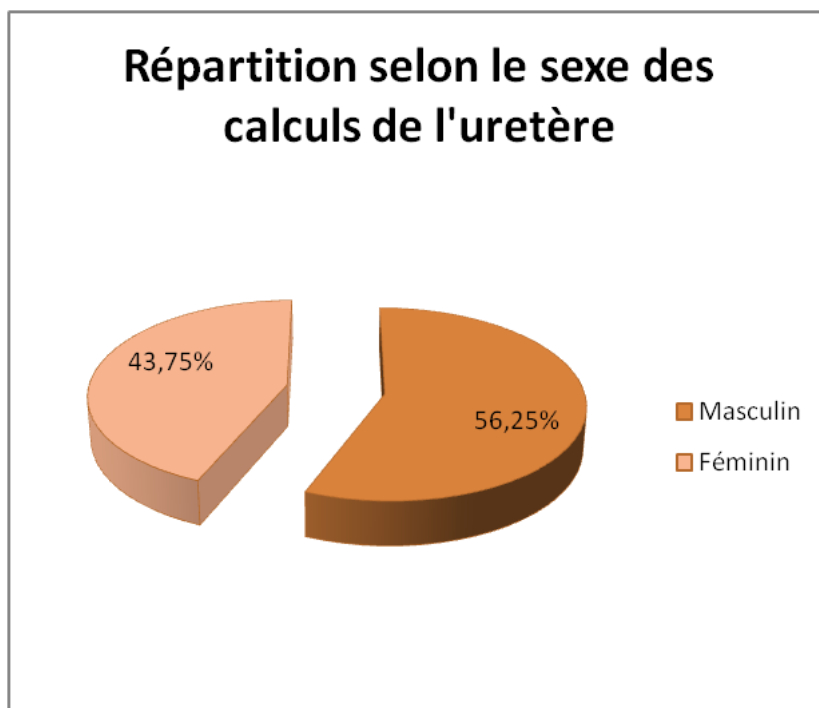
### **3. Sexe :**

Notre série est caractérisée par une nette prédominance masculine. Pour 40 cas de patients porteurs de calcul de l'uretère ou de la vessie, nous avons retrouvé 26 hommes (65%) et 14 femmes (35%), soit un sex ratio H/F de 1,8 /1.



**Figure 28** : Répartition selon le sexe des calculs de l'uretère et de la vessie

On note également une prédominance masculine chez les patients traités pour calculs de l'uretère seulement : 18 hommes (56,25 %) pour 14 femmes (43,75 %) avec un sex ratio H/F de 1,28.



**Figure 29** : Répartition selon le sexe des calculs de l'uretère .

Cependant les huit patients traités pour calcul de la vessie sont tous des sujets de sexe masculin.

#### **4. Antécédents :**

Sept patients avaient des antécédents de chirurgie pour lithiases urinaires, dont trois ont subi un abord à ciel ouvert pour calcul de l'uretère (2 pelvien, 1 iliaque).

Deux patients ont été traités par une néphrolithotomie percutanée (NLPC) dont un des deux patients a bénéficié avant la NLPC d'une lombotomie droite pour calcul coralliforme et après la NLPC d'une urétéroscopie semi-rigide avec montée de sonde double J pour calcul de l'uretère iliaque.

Deux patients ont eu une néphrectomie pour rein détruit sur calculs dont une néphrectomie pour pyonéphrose sur calculs sur rein détruit en fer à cheval.

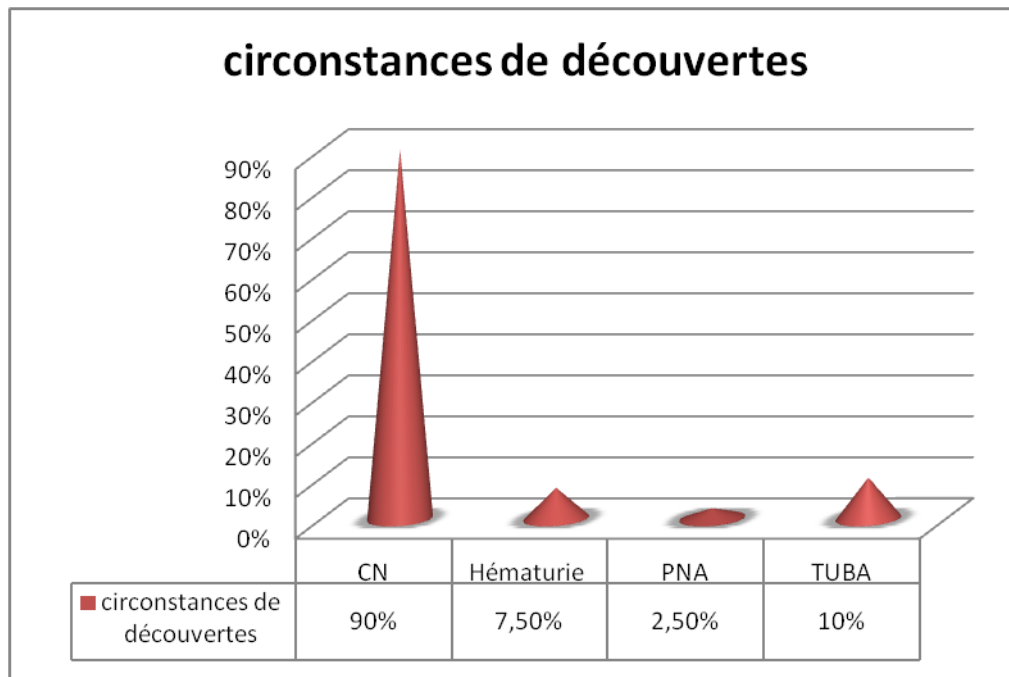
Quatre patients ayant reçu une LEC pour calcul rénal dont trois associées à une montée de sonde double J.

Un patient a présenté une PNA sur une sonde double J.

## **II. Données cliniques :**

Les signes révélateurs des calculs étaient :

- Des coliques néphrétiques (CN) chez 36 patients (90 %), survenant sur un fond de lombalgies chroniques chez 20 % des cas.
- Une hématurie dans trois cas (7,5 %).
- Une pyélonéphrite aigue chez un seul patient (2,5 %).
- Des troubles urinaires du bas appareil (TUBA) chez quatre patients (10 %) révélant un adénome de prostate dans un seul cas.



**Figure 30 : circonstances de découvertes des lithiases urinaires .**

L'examen physique comporte pour tous les malades un examen général et urologique complet, et notamment des fosses lombaires à la recherche d'un gros rein, d'une douleur à la palpation ou à la percussion, et les points urétéraux, et puis l'examen des urines.

L'examen des fosses lombaires n'a pas retrouvé de gros rein à la palpation; la percussion a exacerbé une douleur lombaire du côté symptomatique dans 80 % des cas.

### **III. Données paracliniques :**

#### **1. Radiographie de L'arbre urinaire sans préparation (AUSP) :**

L'arbre urinaire sans préparation (AUSP) est indiqué pour rechercher un calcul radio-opaque, apprécier sa taille, sa situation topographique ainsi que son caractère unique ou multiple, uni ou bilatéral.

Cet examen a été réalisé chez tous les patients et a objectivé des calculs radio opaques dans 33 cas (82,5% des cas) permettant ainsi de confirmer le diagnostic.



**Figure 31 :** Arbre urinaire Sans préparation montrant une opacité de tonalité calcique se projetant sur la région vésicale en rapport avec un calcul de vessie de 2 cm. (flèche)



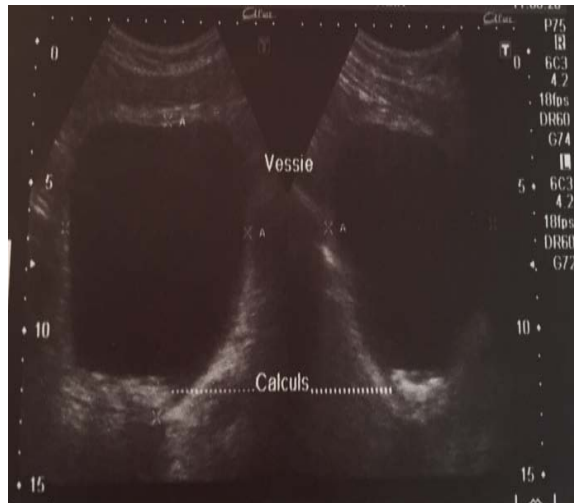
**Figure 32 :** Arbre urinaire sans préparation montrant une opacité de tonalité calcique de 13 mm en regard du trajet de l'uretère pelvien gauche (flèche et tête de flèche)

## 2. Echographie vésico- rénale :

L'échographie a été faite chez 34 malades de notre série (85 %); son rôle était surtout d'apprécier le retentissement sur le haut appareil urinaire mais aussi de visualiser les 7 calculs radio transparents non visible à l'AUSP.



**Figure 33 :** Echographie vésico-rénale montrant un calcul enclavé au niveau du méat urétéral gauche



**34a**

**34b**

**Figure34 :** Echographie vésico-rénale et prostatique montrant des dépôts calciques en rapport avec une lithiase vésicale associé a une hypertrophie prostatique de 47 gr, pour laquelle le patient a bénéficié d'une RTUP combinée à une cure de calcul de vessie au Laser holmium.

34a : calculs de la vessie

34b : Hypertrophie prostatique, prostate régulière augmentée de taille environ de 47 gr.



**Figure 35** : Echographie vésico-rénale montrant une UHN modérée droite en amont d'un calcul de l'uretère pelvien ayant bénéficié d'une montée de sonde double J première.

### 3. Tomodensitométrie hélicoïdale :

Le scanner hélicoïdal sans injection du produit de contraste représente aujourd'hui l'examen de première intention en cas de colique néphrétique.

Il a été pratiqué chez 37 malades (92,5 %).

Son indication principale avait pour but de compléter le couple échographie-AUSP pour le diagnostic du calcul urétérale, notamment quand ces deux examens n'avaient pas objectivé de calcul, et surtout de préciser la taille exacte et le siège pour prendre la décision thérapeutique adéquate.



**Figure 36** : uroscanner en reconstruction 2D coupe frontale , montrant deux calculs bilatéraux de l'uretère iliaque mesurant respectivement 13 mm à droite et 11 mm à gauche.



**Figure 37** : uroscanner en reconstruction 3D en temps tardif avec Protocol MIP (maximal intensity Projection ) montrant une urétérohydronéphrose majeure droite .



**Figure 38** : uroscanner montrant un calcul de la vessie de 3 cm .

#### **4. Urographie intra veineuse (UIV) :**

L'UIV n'a été faite que dans un seul cas, et a permis de visualiser un calcul de l'uretère pelvien et une urétérohydronéphrose associée.

#### **5. Biologie :**

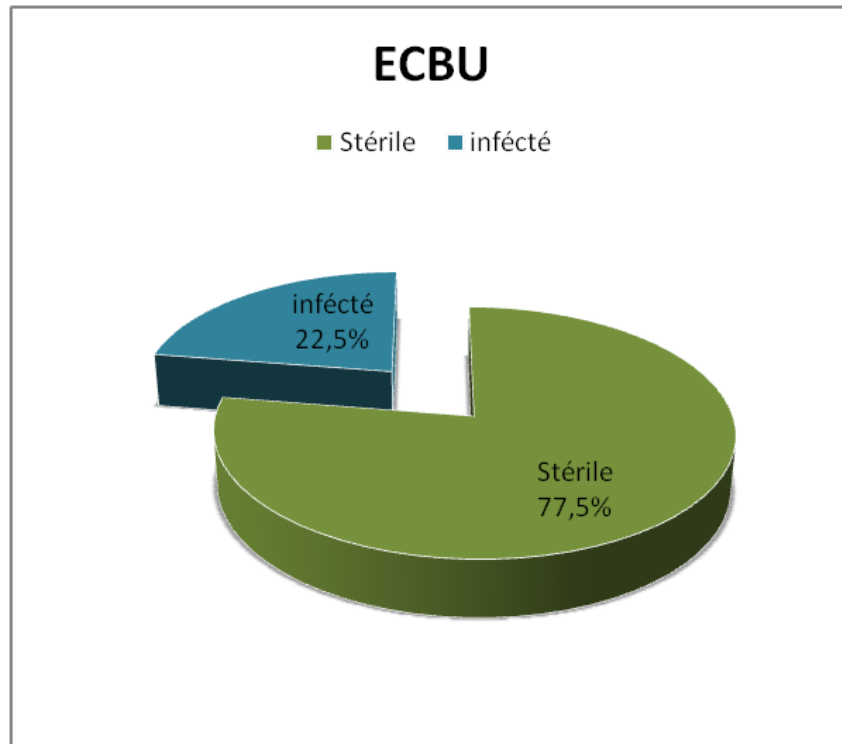
Un bilan standard préopératoire est réalisé chez tous les malades :

##### **5.1. ECBU :**

L'ECBU était stérile dans 31 cas ( 77,5 %) et positif dans 9 cas ( 22,5 %) dont le germe le plus fréquent était l'Escherichia coli dans 6 cas , Klebsiela pneumoniae dans 2 cas et Proteus mirabilis dans 1 cas .

Le nombre d'ECBU réalisé jusqu'à stérilisation des urines chez ceux qui avaient un ECBU positif : était de 2,5

Le PH urinaire était acide dans 25 cas, dans 10 cas alcalin et dans 5 cas neutre.



**Figure 39** : résultats des ECBU .

### **5.2. Ionogramme sanguin :**

Sept patients avaient une insuffisance rénale ( 17,5 %) avec un DFG qui varient entre 30 et 60 dont trois cas pour calculs urétéraux bilatéraux , 3 cas pour calculs sur rein unique , 1 cas pour adénome de la prostate associé à un calcul de la vessie.

Le DFG est mesuré selon la formule de Cockroft et Gault:

Clairance créatinine =  $(140 - \text{âge}) \times \text{Poids} \times K / \text{créatininémie } (\mu\text{mol/l})$

K = 1,24 pour l'homme ou 1,04 pour la femme

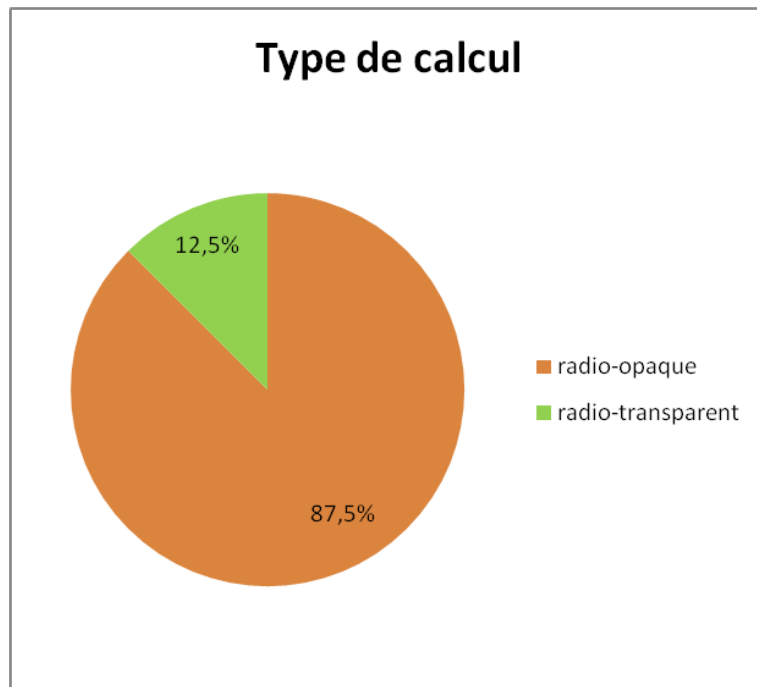
Poids en kg

## IV. Caractéristiques de la lithiase :

### 1. Calcul de la vessie :

#### 1.1. Type :

Sept calculs sur 8 étaient radio-opaques( 87,5 % ). Tandis qu'un seul calcul était radio-transparent (12,5 %).

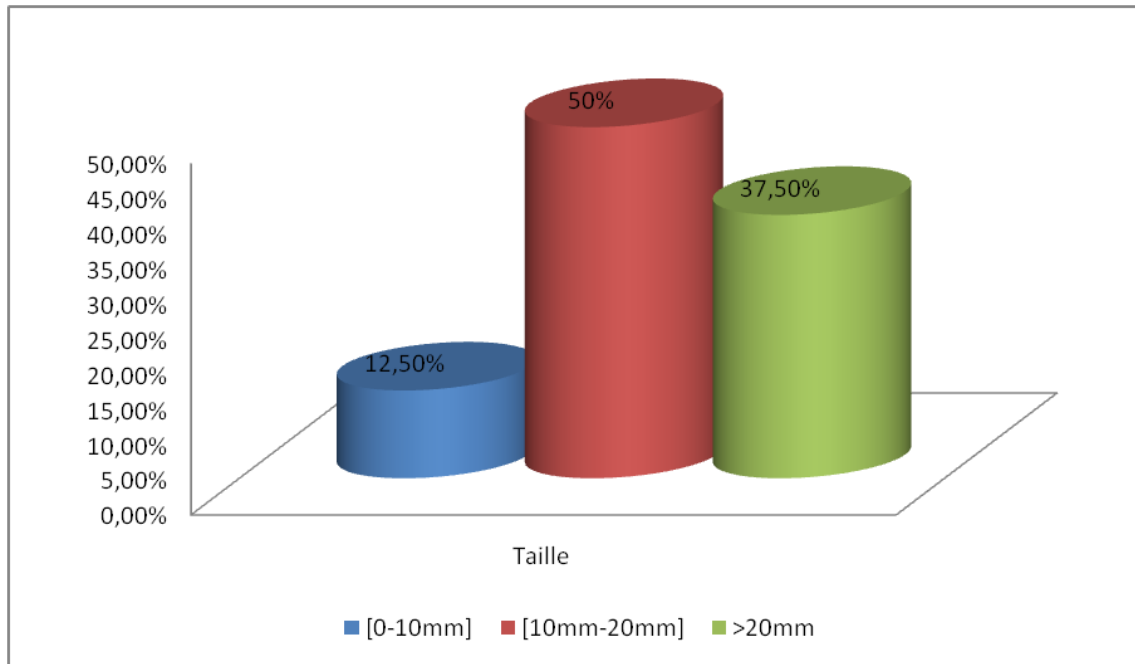


**Figure 40 :** Types de calculs de la vessie .

#### 1.2. Taille :

La taille moyenne des calculs était de 22 mm avec des extrêmes allant de 5 mm à 35mm.

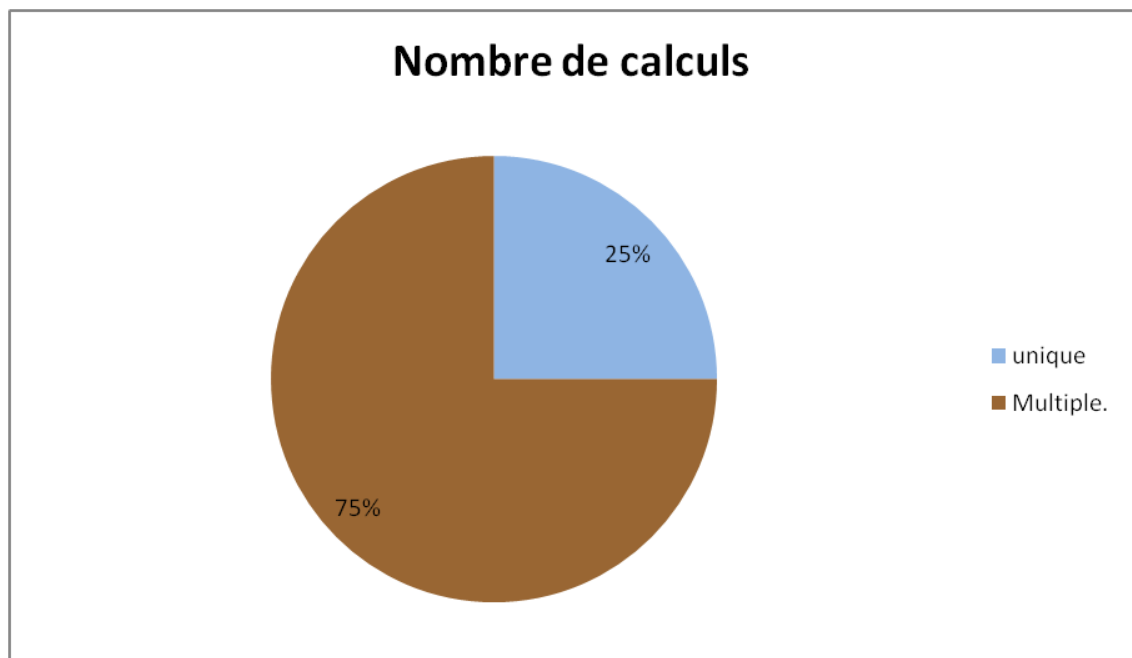
La tranche la plus fréquente dans 50 % des cas est entre 10mm et 20mm.



**Figure 41 : Taille des calculs de la vessie .**

**1.3. Le nombre :**

Il s'agissait d'un calcul unique dans deux cas (25%) , et multiple dans six cas (75 %).

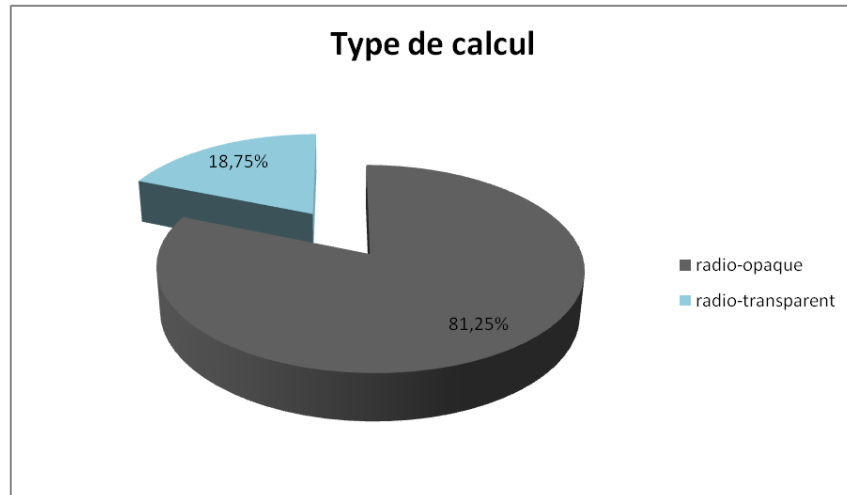


**Figure 42: Nombre de calculs de vessie**

## 2. calcul de l'uretère :

### 2.1 Type :

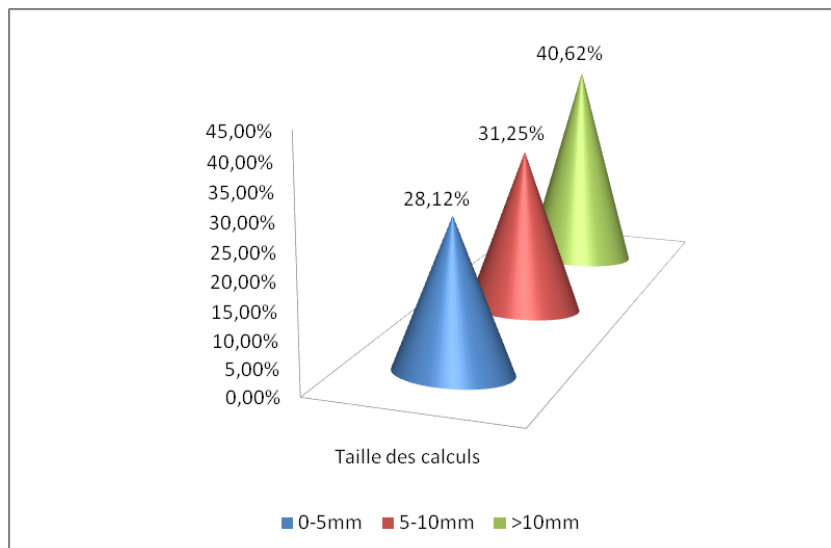
26 calculs sur 32 étaient radio-opaques (81,25 %), et seulement 6 étaient radio-transparent (18,75 %) .



**Figure 43** : type de calculs de l'uretère

### 2.2 Taille :

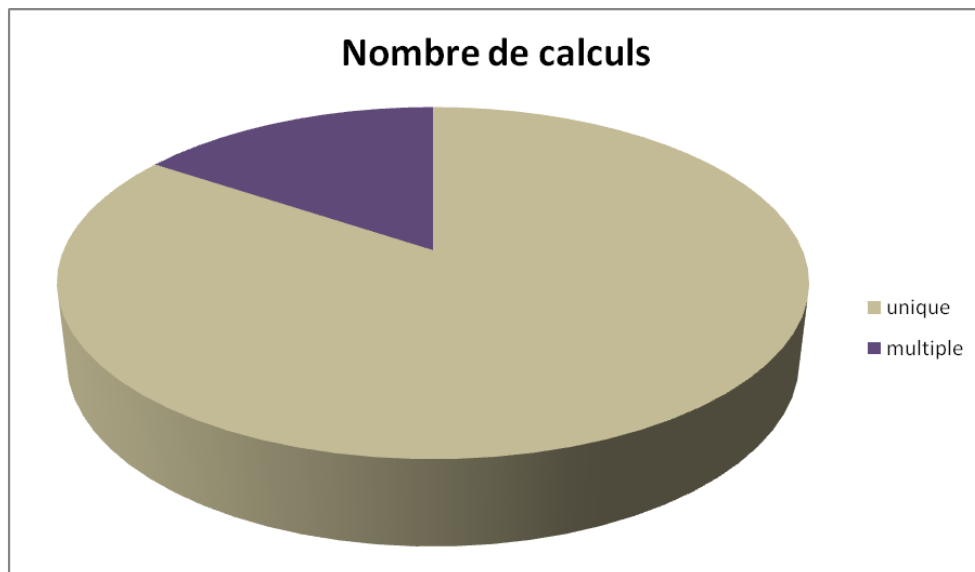
La taille moyenne des calculs était de 11mm avec des extrêmes allant de 5 à 25mm . Dans 40,62 % des cas les calculs avaient une taille supérieure à 10 mm .



**Figure 44** : Taille des calculs de l'uretère.

**2.3 Nombre :**

27 calculs étaient unique (84,4 %) et 5 calculs seulement étaient multiple (15,6 %).

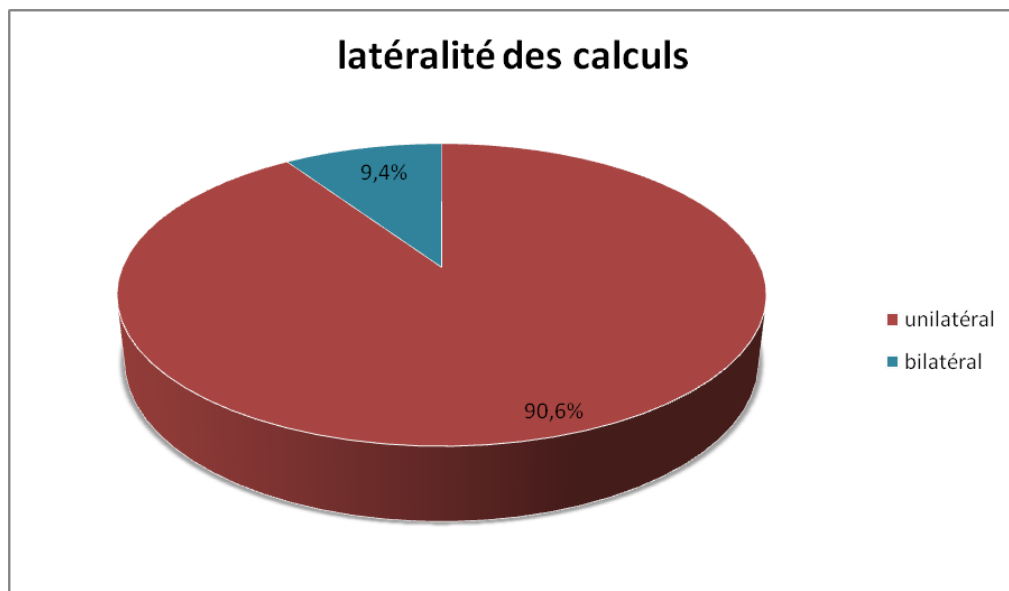


**Figure 45:** Nombre des calculs de l'uretère .

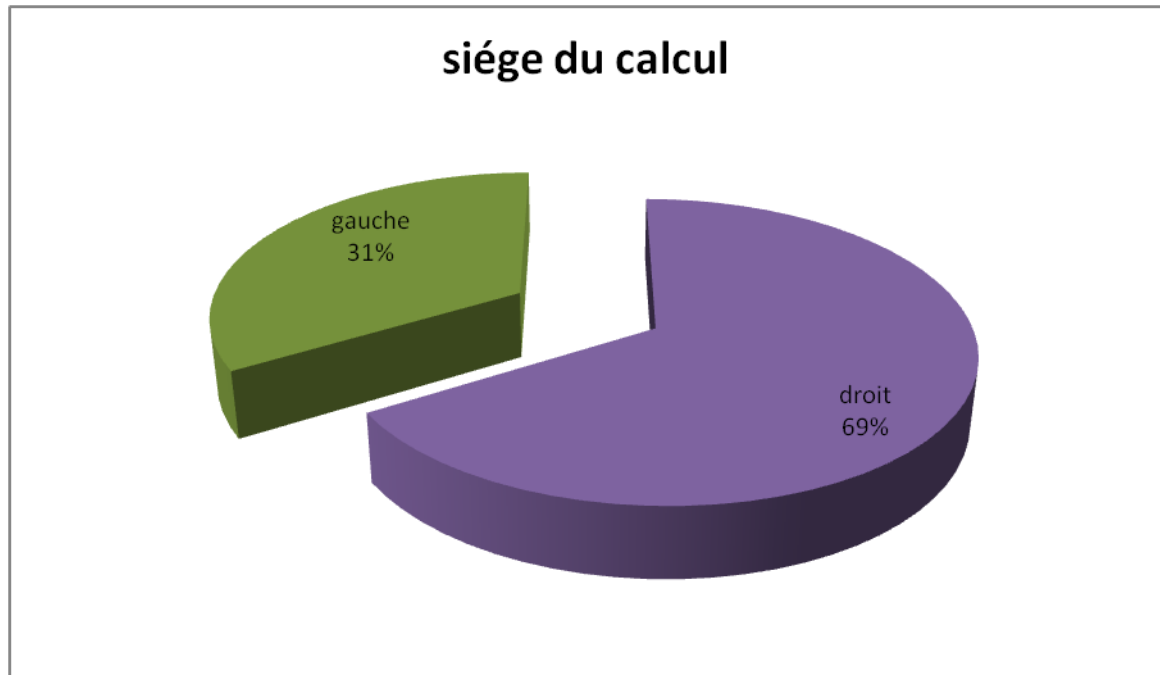
**2.4 Latéralité :**

29 calculs étaient unilatéraux (90,6 %) et 3 bilatéraux (9,4 %).

20 calculs de ceux unilatéraux étaient du côté droit (69%) et 9 étaient du côté gauche (31%).



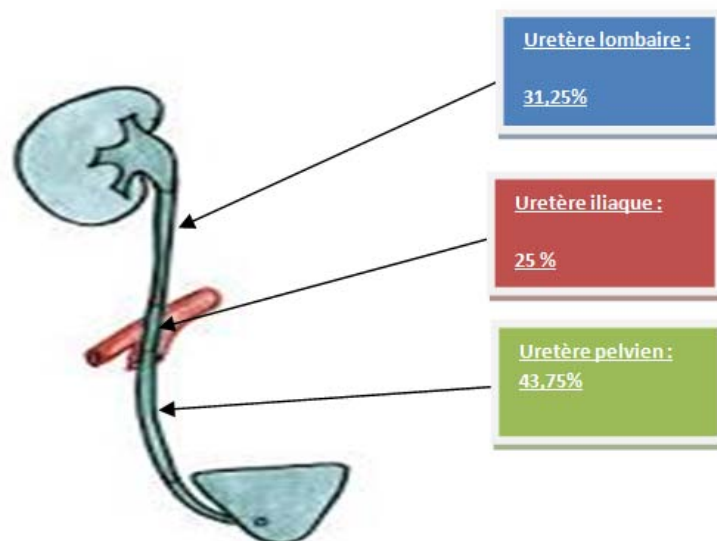
**Figure 46 :** latéralité des calculs de l'uretère



**Figure 47:** Siège des calculs de l'uretère.

### **2.5 Localisation :**

La portion pelvienne était la plus prédominante en per-opératoire dans 43,75 % soit 14 calculs sur 32, suivi par l'uretère lombaire dans 31,25% soit 10 calculs sur 32 puis la portion iliaque dans 25 % des cas soit 10 calculs sur 32.



**Figure 48 :** localisation des calculs de l'uretère en per-opératoire.

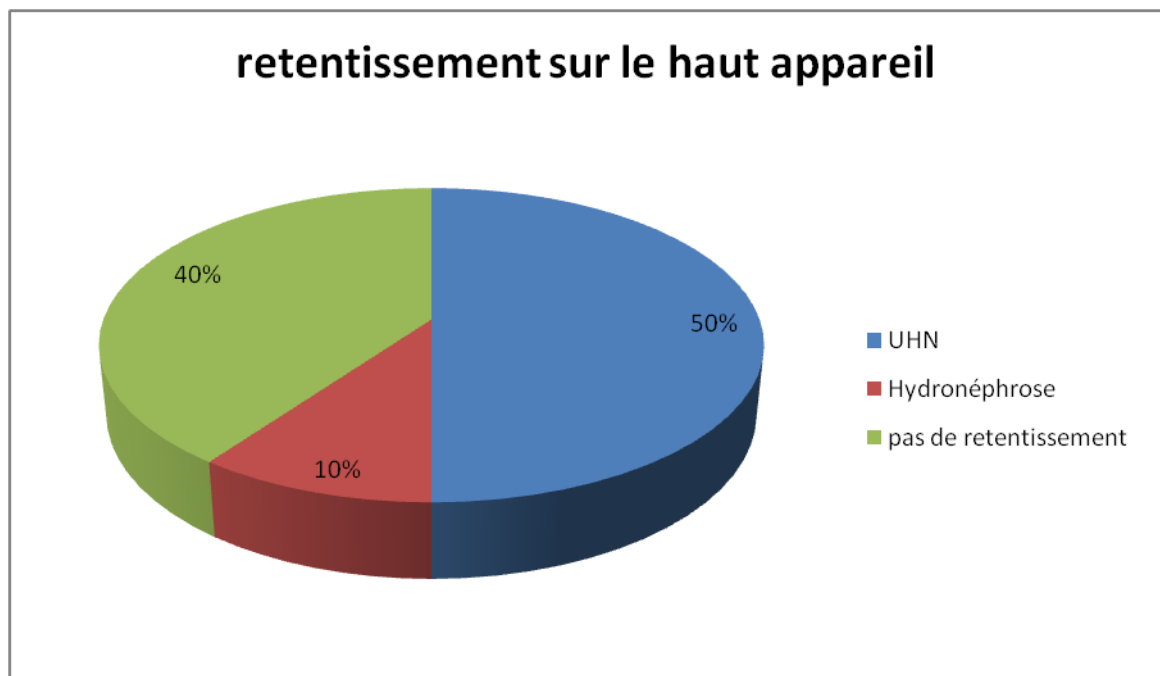
### 3. Retentissement sur le haut appareil :

Vingt patients avaient une urétéro-hydronéphrose au moment du diagnostique (50 %).

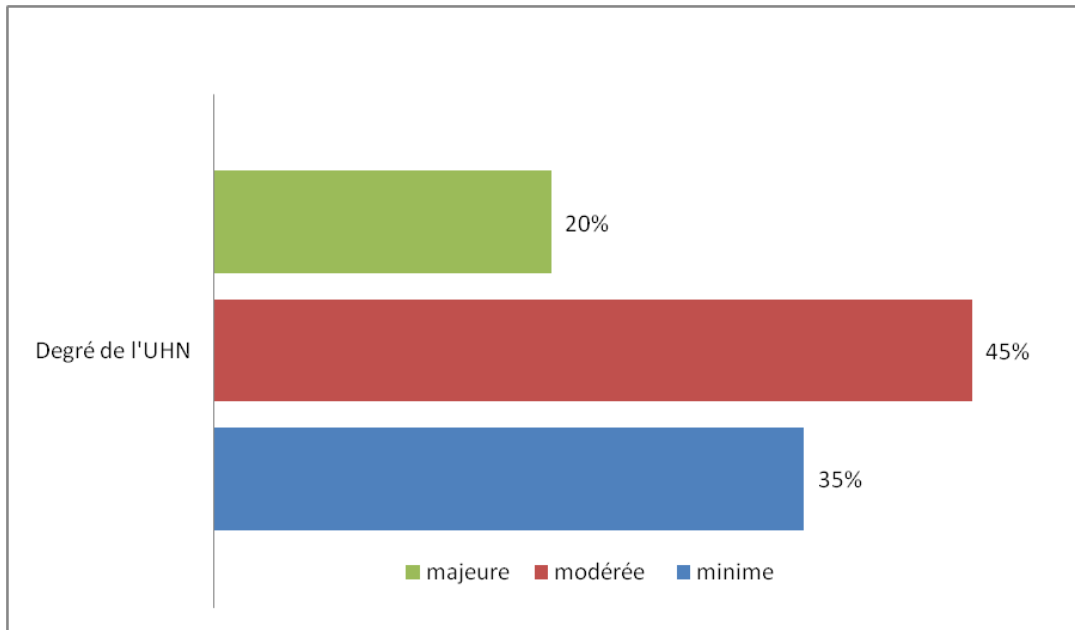
Quatre patients avaient une hydronéphrose (10 %) et 16 patients n'avaient pas de retentissement sur le haut appareil.

Parmis les 20 patients qui ont présenté une UHN :

- ❖ Quinze avaient une dilatation unilatérale (75%) et cinq bilatérale (25 %).
- ❖ Sept malades avaient une dilatation minimale (35%), neuf modérée (45%) et quatre majeure (20%) .



**Figure 49 :** Retentissement sur le haut appareil urinaire .



**Figure 50: Degré de l'UHN .**

- UHN minime : <15 mm du pyélon.
- UHN modérée : entre 15-25 mm du pyélon.
- UHN majeure : retentissement sur l'index cortico-médullaire.

#### **4. Pathologies associées :**

Un patient avait un adénome de prostate associé à un calcul de la vessie, pour lequel il a bénéficié d'une RTUP avec vaporisation du calcul de la vessie au laser Holmium.

Un patient avait une malformation de type rein en fer à cheval.

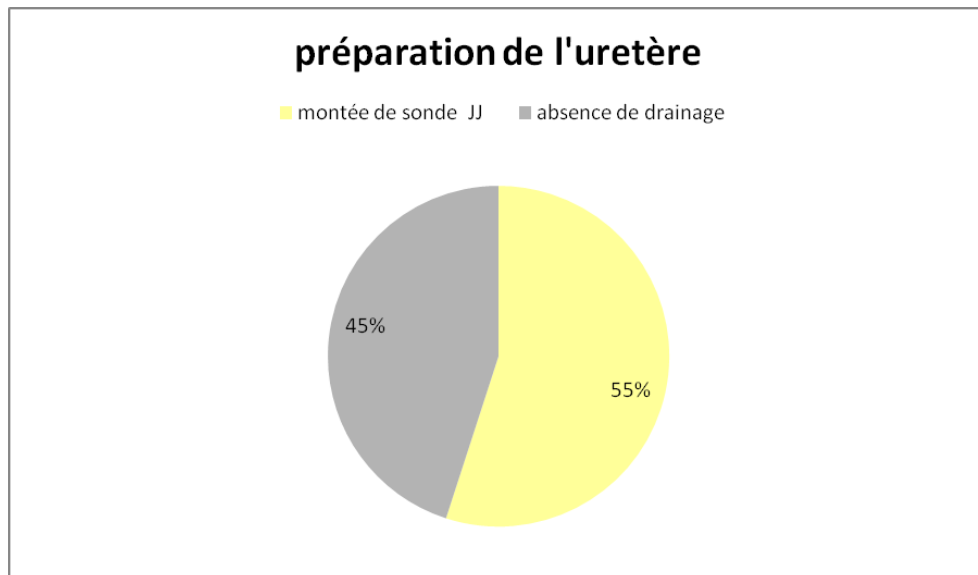
### **V. technique opératoire :**

#### **1. Anesthésie :**

La rachi-anesthésie était suffisante chez tous les patients. Aucun patient n'a eu une anesthésie générale.

## 2. Préparation de l'uretère :

Une montée de sonde double J première était réalisée chez 22 patients (55%), dont deux changements de sonde double J et trois montée de sonde double J bilatérale pour IRAO . Tandis que 45 % des patients n'étaient pas drainés par sonde double J avant le geste. Aucun patient n'a bénéficié d'une néphrostomie première.



**Figure 51 :** Préparation de l'uretère par montée de sonde jj première.

Nous avons utilisé chez les patients des sondes doubles J charrière 6/26 , 6/28 , 7/26 et 7/28 .

Les marques de sondes double J utilisées sont les sondes ROCAMED , COOK ,PORGÉS et BARD .

La préparation de l'uretère par sonde double J était de courte durée ne dépassant pas les 6 mois,

## 3. Position du malade :

La position adoptée est celle des jambes fléchies avec extension du membre inférieur du côté à opérer sur une table d'uro-endoscopie type Maquet.

Pour les calculs de l'uretère la cuisse homolatérale au calcul est horizontalisée pour effacer le relief du muscle psoas ; la cuisse contro-latérale est hyper fléchie afin de donner à l'uretère un trajet plus rectiligne.

Les jambes sont fixées sur des jambières en protégeant les points d'appui.

#### **4. Traitement médical :**

30 patients sur 40 (75 %) ont nécessité un traitement médical.

Une antibioprofylaxie a été administrée chez 25 patients (84 %) à base d'ampicilline ou céphalosporines de 3<sup>ème</sup> génération et cinq patients (17 %) un traitement antalgique à base de paracétamol ou anti-inflammatoire non stéroïdiens.

#### **5. Matériel utilisé :**

Les instruments utilisés au cours du geste sont:

- urétéroscope semi-rigide de type Wolf de charrière 8 mm
- cystoscope wolf Charrière 17,19 et 21 avec optique 30°.
- appareil laser holmium YAG Dornier Medilas H20
- Fibre du laser 270, 365, 550 µm
- Vidéo caméra.
- pince à corps étranger.
- guide urétéral : TERUMO, ROAD RONER.
- Sonde de Dormia : ZEROTYPE, PICK STONE, N-STONE.



**Figure 52** : table opératoire pour urétéroscopie dans notre service d'urologie contenant : câble de lumière , cystoscope Wolf optique 30° , urétéroscopie semi-rigide Wolf , housse à caméra , tubulure en Y , guide TERUMO , pince à corps étranger , compresses stériles .

## **6. Geste opératoire :**

### **6.1. Calcul de la vessie :**

Le patient étant en position gynécologique ou de taille vésicale sur une table d'uro-endoscopie type Maquet.

Introduction du cystoscope optique 30°, dans un premier temps repérage du calcul puis introduction de la fibre laser qui sera mise au contact direct du calcul à moins de 0,5 mm de sa surface, réglage des paramètres du laser ; tir direct sur le calcul jusqu'à vaporisation.

Trois calculs sur 8 ont nécessité une extraction à l'aide d'une pince à corps étranger.

On termine par un lavage évacuateur des éventuels fragments suivi par un sondage vésical et irrigation permettant le drainage des urines et la sortie des débris après vaporisation.

### **6.2. Calcul de l'uretère :**

Le patient étant en position jambes fléchies ou de taille vésicale sur une table d'uro-endoscopie type Maquet.

Introduction du cystoscope optique 30, dans un premier temps afin de chercher la présence d'un calcul de la vessie, ainsi que la présence ou non d'une sonde double j première cette dernière sera retirée à l'aide d'une pince à corps étranger.

On procède à la mise en place d'un guide hydrophile type TERUMO sous amplificateur de brillance, retrait du cystoscope et introduction de l'uretéroscopie semi-rigide.

Le calcul est repéré et la fibre laser holmium sera mise au contact direct du calcul à moins de 0,5 mm, on termine par le réglage des paramètres du laser puis tir direct sur le calcul jusqu'à vaporisation du calcul.

Dans vingt sept cas (sur 32), nous avons eu recours à l'utilisation de la pince Dormia pour le retrait des fragments de calculs. Un drainage post opératoire par sonde double J dans 24 cas ou par sonde urétérale simple dans 4 cas était nécessaire.



**Figure 53:** Position pour urétéroscopie droite combinée au Laser Holmium YAG au bloc opératoire d'urologie au CHU Mohammed VI .



**Figure 54 :**Appareil du laser Holmium HO : YAG Medilas H20 utilisée au service d'urologie .



**Figure 55:** Ecran et source de lumière Storz au bloc opératoire.



**Figure 56 :** calcul de 10 mm de l'uretère pelvien droit opéré par laser Holmium YAG avec fibre de 365  $\mu$ m.



**Figure 57 :** Fragmentation d'un gros calcul de la vessie de 3 cm de diamètre à l'aide fibre de laser mise en contact direct avec le calcul.

**6.3. Paramètres du laser Holmium Yag :**

L'énergie moyenne était comprise entre 0,5 j et 1,5 j et la fréquence moyenne utilisée était de 7,3 Hz (5 –10 Hz).

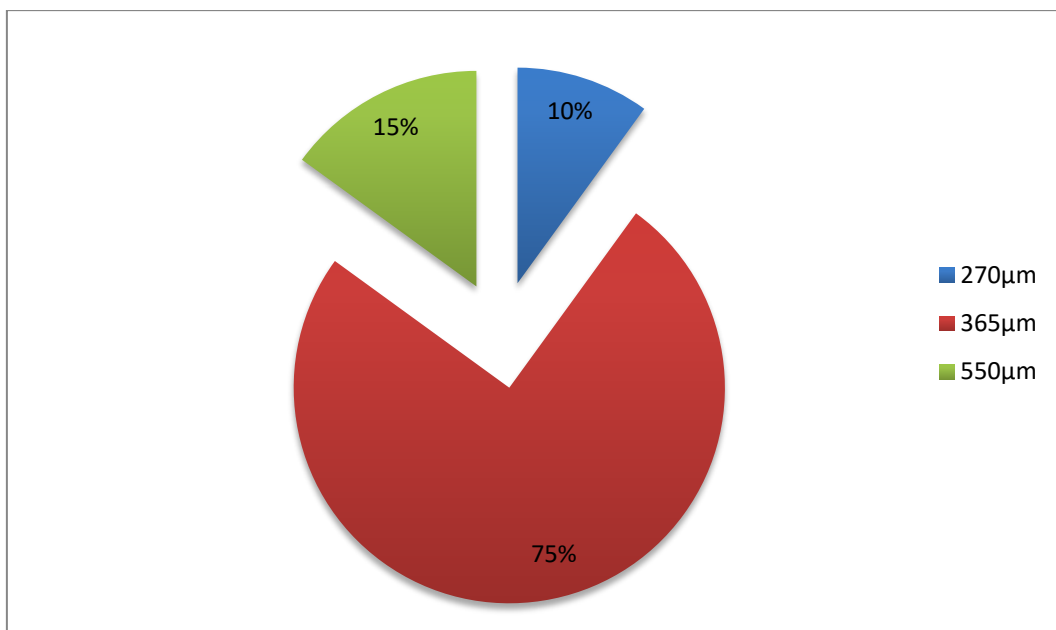
La puissance moyenne était entre 7–15 W

**6.4. Le type de fibre du laser :**

La fibre du laser Holmium YAG 365 µm est la plus utilisée dans 75 % des cas (30 patients), la fibre 550 µm dans 15 % des cas (6 patients) et 270 µm dans 10 % des cas (4 patients).

La fibre 550 µm a été utilisée chez 6 patients sur 8 porteurs de gros calculs de la vessie, pour les 2 autres calculs de la vessie, nous avons utilisé la fibre 365 µm.

Quatre patients porteurs de petits calculs urétéraux inférieur à 10mm ont été traités par la fibre 270 µm.



**Figure 58 : Type de fibre laser utilisée au cours de la procédure de fragmentation des calculs.**



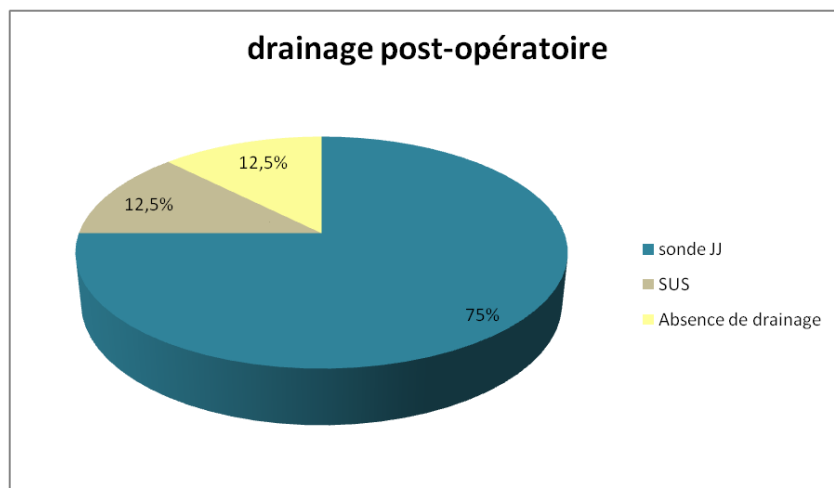
**Figure 59** : Les différents types de fibres laser HO :YAG utilisées dans notre service d'urologie.

Fibre **bleue** : 270  $\mu\text{m}$  / Fibre **jaune** : 365  $\mu\text{m}$  / Fibre **verte** : 550  $\mu\text{m}$

#### **6.5. Drainage post-opératoire :**

vingt huit patients opérés pour calculs de l'uretère sur 32 avait besoin d'un drainage post-opératoire (87,5 %) : dont 24 étaient drainés par sonde double J et 4 par sonde urétérale simple.

Quatre patients opérés pour calculs de l'uretère n'ont pas été drainés (12,5 %).



**Figure 60** : type de drainage de l'uretère en post-opératoire



61 a



61 b

**Figure 61 :**

- 61a : AUSP montrant une opacité de tonalité calcique se projetant sur l'uretère pelvien gauche de 6mm de diamètre
- 61b : AUSP de contrôle post-drainage montrant une sonde jj après vaporisation du calcul au laser Holmium YAG .

#### **6.6. Conversion :**

Aucun patient n'a nécessité une conversion chirurgicale.

#### **6.7. Gestes associés :**

- ❖ Une résection trans-urétrale de la prostate associée à une cure de calcul de la vessie était nécessaire dans un cas.
- ❖ Une patiente a eu une urétéroscopie souple en fin de l'intervention pour recherche des calculs caliciels du même côté.

#### **6.8. Durée de la procédure :**

La durée moyenne du geste opératoire était de 65 min (extrêmes : 34 -153 min).

### **7. Durée d'hospitalisation :**

La durée moyenne du séjour était de 2,2 jours avec des extrêmes entre 1 et 6 jours.

## 8. Evolution :

### 8.1. Traitement médical

Vingt et un patients ont nécessité l'administration d'un traitement médical (52,5 %), dont seize avait besoin d'un traitement antalgique (paracétamol et anti-inflammatoire non stéroïdiens) et quatre patients d'une antibiothérapie à base de céphalosporines de 3<sup>ème</sup> génération.

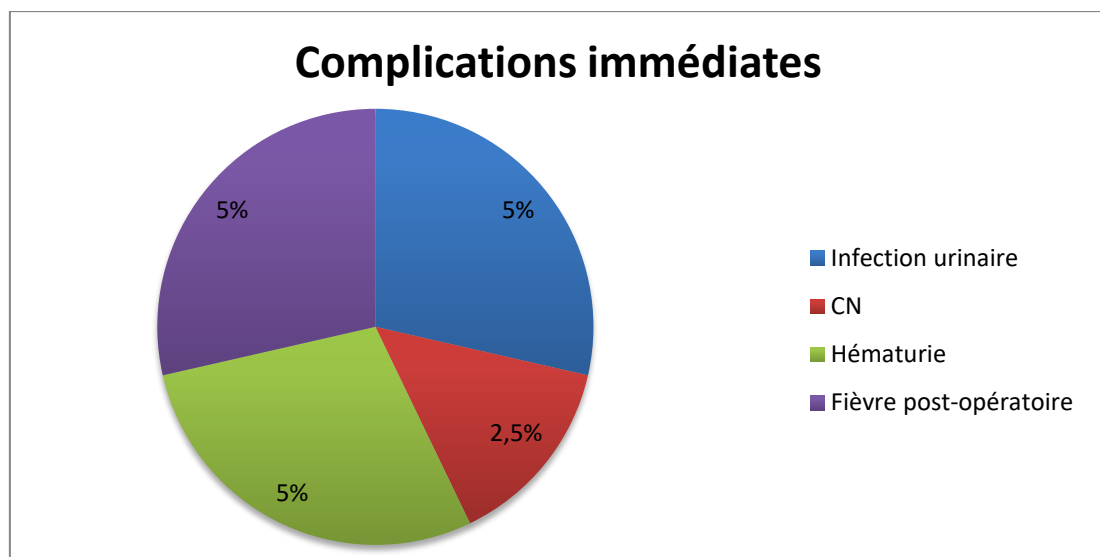
### 8.2. Complication immédiate :

Seulement 17,5% des patients avaient présenté des complications légères Selon la classification de Clavien-Dindo. Tandis que 82,5 % étaient sans complications.

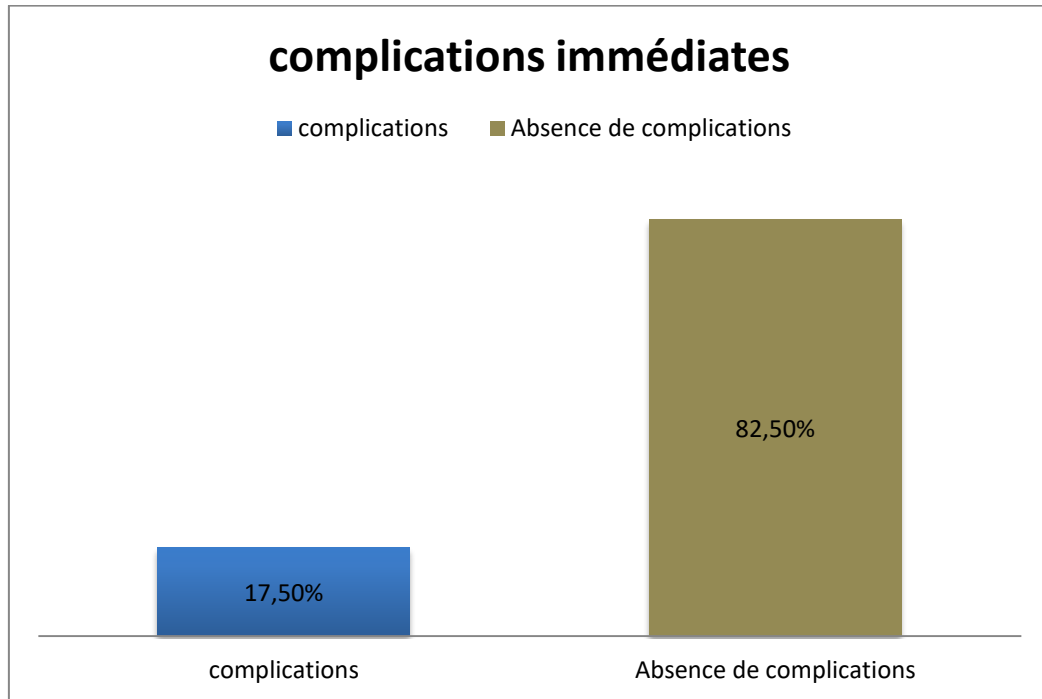
Les complications étaient mineures, elles sont de type :

- Infection urinaire dans 2 cas (5%)
- Coliques néphrétiques dans un cas (2,5%) suite à un calcul résiduel en fin d'intervention.
- Une hématurie dans 2 cas (5%)
- Fièvre post opératoire dans 2 cas (5%)

Aucun patient n'a présenté de rétention aigue des urines ni de stripping de l'uretère ni de perforation urétérale ni vésicale.



**Figure 62 :** Complications immédiates du traitement par Laser Holmium YAG.



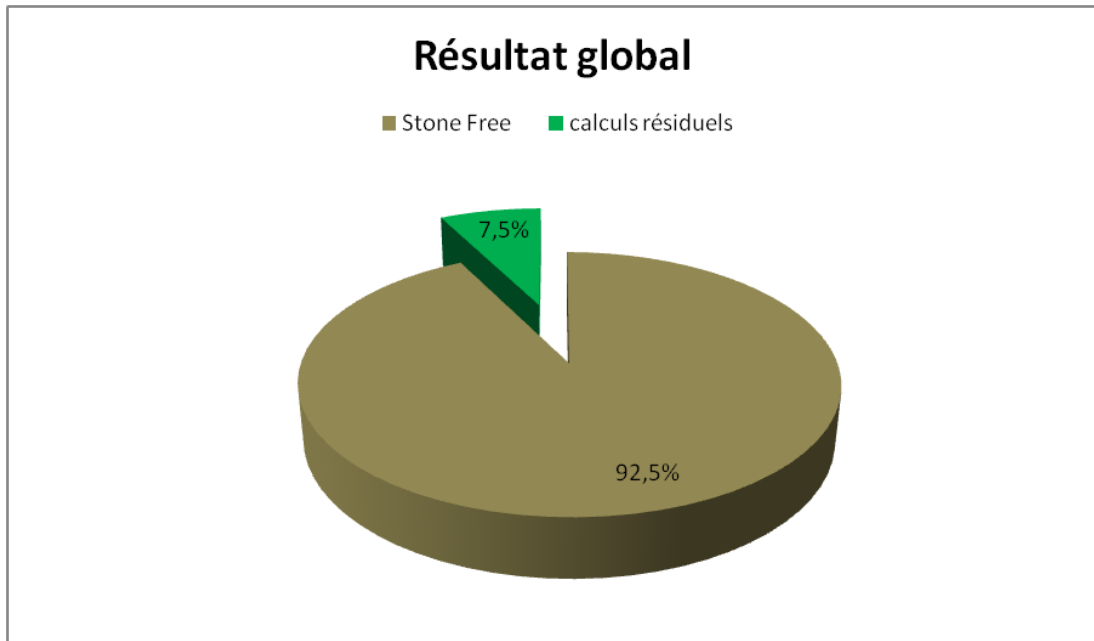
**Figure 63** : complications immédiates du traitement par Laser Holmium YAG dans notre série.

## **VI. Résultat global :**

Trente sept patients sur quarante étaient Stone Free à la fin de l'intervention (92,5 %). Une seule séance de Laser était nécessaire chez ces patients.

Deux patients ont gardé des calculs résiduels en fin d'intervention pour des calculs de l'uretère, une deuxième urétéroscopie laser était nécessaire.

Nous avons réalisé une urétéroscopie avec extraction à la pince Dormia sans recours au Laser chez une patiente qui a présenté deux calculs résiduels de l'uretère iliaque : un de 3mm et l'autre de 5mm.



**Figure 64** : Résultat global de la vaporisation au Laser Holmium YAG .

## **VII. Etude spectrophotométrique des calculs :**

Aucun patient n'a bénéficié d'une étude spectrophotométrique.

## **VIII. Evolution à moyen terme :**

Tous les patients ont bénéficié d'un examen clinique et du couple AUSP-échographie vésico-rénale 1 à 3 mois après la vaporisation au Laser Holmium YAG.

Nous n'avons noté aucun cas de récurrence. Tous les patients sont restés Stone Free.



**DISCUSSION**



## **I. Prise en charge urologique de la lithiase urétérale et vésicale :**

### **1. But du traitement :**

L'objectif principal de tout traitement urologique de la lithiase urétérale ou vésicale est le soulagement de la symptomatologie clinique, et surtout la désobstruction de la voie excrétrice évitant ainsi les complications.

### **2. Moyens thérapeutiques :**

Nous disposons d'un arsenal thérapeutique varié pour la prise en charge des calculs de l'uretère et ceux de la vessie, on cite ainsi:

#### ❖ Calcul de l'uretère :

Plusieurs méthodes peuvent être utilisées dans la prise en charge des calculs de l'uretère, on dispose ainsi de :

La lithotripsie extra corporelle (LEC), l'urétéroscopie rétrograde associée à plusieurs systèmes de fragmentation tels que l'énergie : électrique ou électrohydraulique ; ultrasonique ; lumineuse au laser et l'énergie mécanique : balistique (lithoclast).

On peut avoir recours à la chirurgie à ciel ouvert (urétérolithotomie) ou coelioscopique, et dans certaines situations on peut utiliser une urétéroscopie antégrade pour traitement de calculs de l'uretère.

#### ❖ calcul de la vessie :

Une multitude de techniques sont utilisées dans le traitement des calculs de la vessie, on note ainsi :

La LEC, l'extraction par voie endoscopique, la cystolithotritie transurétrale associée à plusieurs systèmes de fragmentation tels que l'énergie : électrohydraulique, ultrasonique, au laser et balistique (lithoclast).

La chirurgie à ciel ouvert (cystolithotomie) reste également une technique de pratique courante.

Actuellement on note une progression de l'utilisation du laser Holmium YAG dans le traitement des calculs de l'uretère et de la vessie.

Nous avons commencé à réaliser cette technique dans notre structure hospitalière depuis le mois de janvier 2015.

### **2.1 Lithotripsie extra corporelle : LEC [83-85]**

Elle repose sur l'utilisation d'ondes de chocs produites par un système générateur hydroélectrique ou piézo-électrique pour les nouvelles générations. Transmis par un milieu aqueux, leur concentration sur le calcul aboutit à sa destruction, en évoluant de la périphérie vers le centre du calcul.

La notion d'ondes de choc extracorporelle, a été appliquée à la fragmentation des calculs depuis les années 1970. Ainsi, chronologiquement, les urologues ont pu utiliser au début des années 1980, des ondes de choc de type électrohydraulique, puis en 1985, des ondes de choc de type piézo-électrique et enfin à partir de 1987 des ondes de choc électromagnétique [85].

La LEC a démontré son efficacité même à la phase aiguë et elle représente le traitement de première intention de la plupart des calculs urinaire, quelle que soit leur localisation.

Elle a l'avantage de se faire sans anesthésie sur la plupart des machines disponibles actuellement, sa faible morbidité est un élément important. Elle peut être plus difficile pour certains calculs iliaques où le repérage et le tir sont gênés par les interpositions osseuses. Le décubitus ventral est souvent nécessaire dans ces localisations.

Dans certains cas, il peut être utile de réaliser un geste préalable : une obstruction complète douloureuse et/ou compliquée d'infection justifie une dérivation des urines par

montée de sonde ou néphrostomie percutanée. Le traitement du calcul n'a lieu que secondairement.

Les résultats de la LEC sont cependant corrélés à la taille du calcul traité.

Au-delà d'un certain volume du calcul supérieur à 2 centimètres, il est souhaitable de mettre en place une sonde double J avant la LEC pour éviter l'empierrement urétéral.

## **2.2 Urétéroscopie :**

L'urétéroscopie représente une technique fiable et efficace. Le progrès des instruments et Notamment des mini-urétéroscopes souple l'a rendue une technique thérapeutique plus efficace que la LEC dans certaines situations, permettant de traiter le malade en un seul temps opératoire.

On va traiter dans ce chapitre les autres systèmes de fragmentation des calculs en dehors du Laser Holmium YAG qui va être détaillé ultérieurement ainsi que la technique et le matériel d'urétéroscopie.

Ces systèmes de fragmentation sont utilisés pour les différents calculs urinaires urétéral et vésical.

Actuellement, on dispose de plusieurs moyens de fragmentation :

### *❖ Les ultrasons:*

Induite depuis 1953 par MULVANEY [86] dans le traitement des calculs urinaires. Les premiers succès de cette technique ont été rapportés par ALKEN et SEGURA [87].

Elle utilise un générateur à ultrasons (plaque piézo-électrique) qui transmet des vibrations de haute fréquence à une sonde métallique creuse. Sous l'effet des vibrations, la sonde morcelle le calcul à son contact [76]. Ce processus de fragmentation dure longtemps et la chaleur générée à l'extrémité de la sonde se dissipe lentement, d'où un risque de lésion thermique de l'uretère [88,89].

De plus, le diamètre des sondes (Ch 4,5 ou 2,5) limite l'utilisation de ce lithotriporteur.

Il se révèle toutefois particulièrement utile dans l'évacuation des empierrements urétéraux "stein-Strass" après lithotripsie extra corporelle, car la sonde métallique creuse, permet d'aspirer les débris au fur et à mesure de leur fragmentation.

❖ *Les ondes de chocs hydro-électriques:*

Technique puissante mais caractérisée par son agressivité.

En effet, le principe de fonctionnement de cet appareil correspond à celui du lithotriporteur externe. La sonde de lithotripsie est constituée de 2 câbles électriques, noyés dans une gaine isolante et terminés à leur extrémité par 2 électrodes dans un petit manchon cylindrique. Elle génère une vaporisation du liquide situé entre la sonde et le calcul, et c'est l'implosion des bulles de cavitation qui entraîne la fragmentation de la pierre : la brusque formation de bulles gazeuses rapidement expansive crée une onde hydraulique dont l'impact est suffisant pour briser le calcul. Les chocs administrés en salves font creuser puis exploser la lithiase en plusieurs fragments de tailles différentes. Afin d'éviter les traumatismes urétéraux, l'étincelle électrique doit impérativement être délivrée au contact du calcul, sans toucher la muqueuse urétérale ou vésicale. Malgré toutes les précautions, les pétéchies muqueuses, une hématurie, voire une perforation urétérale ou vésicale sont fréquentes, même à distance du choc électrique, car ce sont les modifications de pression qui en sont responsables. [90,91]

L'utilisation des chocs hydroélectriques est donc contre indiquée pour les calculs impactés dans la muqueuse urétérale ou vésicale.

Il s'agit bien évidemment d'une technique très efficace, mais d'une utilisation délicate.

❖ *Le laser pulsé : [74]*

Le laser pulsé possède une longueur d'onde sélectivement absorbée par les calculs de l'uretère sans conséquences sur la paroi urétérale ou vésicale.

Il entraîne la fissuration du calcul et aboutit à sa fragmentation.

Ce lithotriporteur a la caractéristique essentielle de pouvoir produire une puissance maximale dans un temps très court.

Il s'agit de laser à colorant vert, dont la longueur d'onde est absorbée par la plupart des calculs urinaires mais très peu par les tissus, ce qui réduit le risque de traumatisme urétéral au contact de la muqueuse.

En revanche, le risque de brûlures oculaires justifie l'utilisation impérative de la caméra. Il est important qu'aucun caillot ne s'interpose entre la source et le calcul sous peine d'inefficacité car le sang absorbe cette longueur d'onde. La transmission de l'énergie n'entraîne pas de déplacement du calcul, ainsi que la chaleur délivrée de façon trop ponctuelle et raisonnable surtout sous irrigation.

Le seul risque est lié à la finesse de la fibre optique, dont une mauvaise manipulation peut entraîner une perforation urétérale, minime et en règle sans conséquence.

❖ *La fragmentation pneumatique balistique :[92-95]*

Introduite depuis 1990 [92], la lithotripsie balistique permet une fragmentation exemplaire des calculs de l'uretère et de la vessie. Étant peu traumatique ces performances sont particulièrement flagrantes face aux volumineuses lithiases, à fortiori impactées dans l'urothélium ou lorsqu'on est à proximité immédiate du calcul.

L'onde de choc est créée par le déplacement d'une masselotte mue par air comprimé ou par champ électromagnétique. Le générateur d'impulsions fonctionne selon deux modes : soit en salves, soit en coup par coup. Ces impulsions transmises par l'intermédiaire d'une tige métallique semi-rigide de 0,8 ou 1 mm de diamètre et génèrent ainsi une onde de choc avec une pression de 2 à 3 atmosphères et une puissance allant de 30 à 100 milli joules. Cette puissance permet de fragmenter les calculs les plus durs.

Il s'agit d'un appareil peu couteux, d'efficacité excellente, dont le seul inconvénient est la transmission de l'énergie mécanique qui entraîne souvent le déplacement du calcul.



**Figure 65 : CALCUSPLIT, Lithotripteur pneumatique STORZ destiné à la lithotripsie intracorporelle.**

### **2.3 L'urétéroscopie antégrade ou percutanée:**

Préconisé par EISENBERGER [96], l'urétéroscopie antégrade consiste à descendre un urétéroscopie rigide dans l'uretère lombaire à travers un néphroscopie rigide pénétrant par le calice moyen.

De plus en plus couramment pratiquée, elle est réalisée en un ou deux temps. Elle permet l'extraction des calculs lombaires dans plus de 80 % des cas.

### **2.4 Cystolithotritie transurétrale :**

La lithotritie transurétrale est une alternative à la chirurgie ouverte, surtout avec le développement des différents moyens de fragmentation notamment l'aménagement du Laser Holmium YAG dans le traitement des calculs de la vessie [97,98].

Elle est indiquée pour les calculs de 5 à 25mm en moyenne [91].

Cependant, le Laser Holmium permet de traiter même des calculs de la vessie supérieurs à 4cm [99].

Les différents moyens de fragmentations sont les même utilisés en urétéroscopie et traité précédemment .

## **2.5 Chirurgie :**

### **- Calculs de l'uretère :**

La chirurgie ne présente que 1% des indications actuels. Cependant, il faut garder à l'esprit que la chirurgie ouverte peut rendre encore de précieux services, de même que la laparoscopie qui semble gagner du terrain.

La technique réalisée est une urétérolithotomie avec extraction du calcul, cette technique ayant les meilleurs taux de SF, néanmoins elle est la technique la plus morbide.

Les complications classiques sont les fistules, les sténoses et l'infection urinaire ou du site opératoire [100].

La laparoscopie peut remplacer la chirurgie à ciel ouvert en cas d'indication à la chirurgie vu le risque moindre de complications.

### **- calculs de la vessie :**

La chirurgie à ciel ouvert reste sans doute la modalité la plus appropriée dans le traitement des lithiases vésicales de grandes tailles [101].

L'ablation de la lithiase par voie sus pubienne par cystotomie est un moyen simple, rapide et efficace (sans création de fragments à l'origine éventuelle de récurrence) [102].

Cependant des complications peuvent avoir lieu tels que : fuites urinaires et suppurations de la paroi.

## **3. Recommandations de l'Association Européenne d'Urologie (EAU) Mars 2016 : [57]**

### **3.1. Traitement conservateur /observation :**

Il n'y a que peu de données concernant l'élimination spontanées des calculs [103]. On estime que plus de 95 % des calculs jusqu'à 4mm s'éliminent spontanément dans les 40 jours qui suivent une colique néphrétique.

L'observation avec évaluation périodique peut être une option thérapeutique initiale s'il s'agit d'un petit calcul récemment diagnostiqué en dehors de complications nécessitant une extraction du calcul : infection urinaire haute, douleurs réfractaires, détérioration de la fonction rénale.

### **3.2. Traitement médical**

La thérapie médicale expulsive (MET) peut être utilisée uniquement si le patient est informé des risques notamment avec les alpha-bloquants tels que la tamsulosine ou la nifédipine à savoir l'éjaculation rétrograde et l'hypotension.

Selon une méta-analyses, La MET non seulement accélère l'élimination spontanée des calculs mais diminue aussi le nombre d'épisodes douloureuse. [104,105]

Il est recommandé :

- d'utiliser les alpha-bloquant en monothérapie
- d'éviter les associations en raison de l'inefficacité
- surveillance rapprochée de la localisation du calcul et si apparition d'hydronéphrose
- arrêt du traitement si complications nécessitant une extraction du calcul :
  - ✓ Infection urinaire haute, douleurs réfractaires, détérioration de la fonction rénale.

Différentes méta-analyses montrent aussi qu'il est évident que la MET en post LEC ou post urétéroscopie au laser Holmium YAG a un effet sur l'expulsion du calcul et aussi la diminution des épisodes de coliques néphrétique. [106-109]

### **3.3. Lithotripsie extra corporelle (LEC) :**

La LEC est contre-indiquée en cas de :

- femme enceinte,
- malformation squelettique sévère et obésité sévère,

- obstruction anatomique distale du calcul,
- anévrisme artériel aux alentours du calcul,

Il n'est plus recommandé de façon systématique une montée de sonde double J avant la séance de LEC pour des calculs de moins de 15 mm de diamètre.

#### **3.4. Techniques endo-urologiques : urétéroscopie :**

Actuellement, il est standard d'utiliser un urétéroscopie semi-rigide de diamètre <8 F pour tout l'uretère. l'URS souple est aussi de mise.

Il n'ya pas de contre-indication spécifique à la technique en dehors de ceux de l'anesthésie.

La majorité des opérations se font en anesthésie générale mais une rachianesthésie ou anesthésie locale sont possible aussi [110].

Le Laser Holmium YAG est devenu le gold standard comme système de fragmentation de calcul.

Le drainage urétéral avant et après l'URS n'est pas nécessaire; néanmoins, il permet de diminuer les épisodes de coliques néphrétiques.

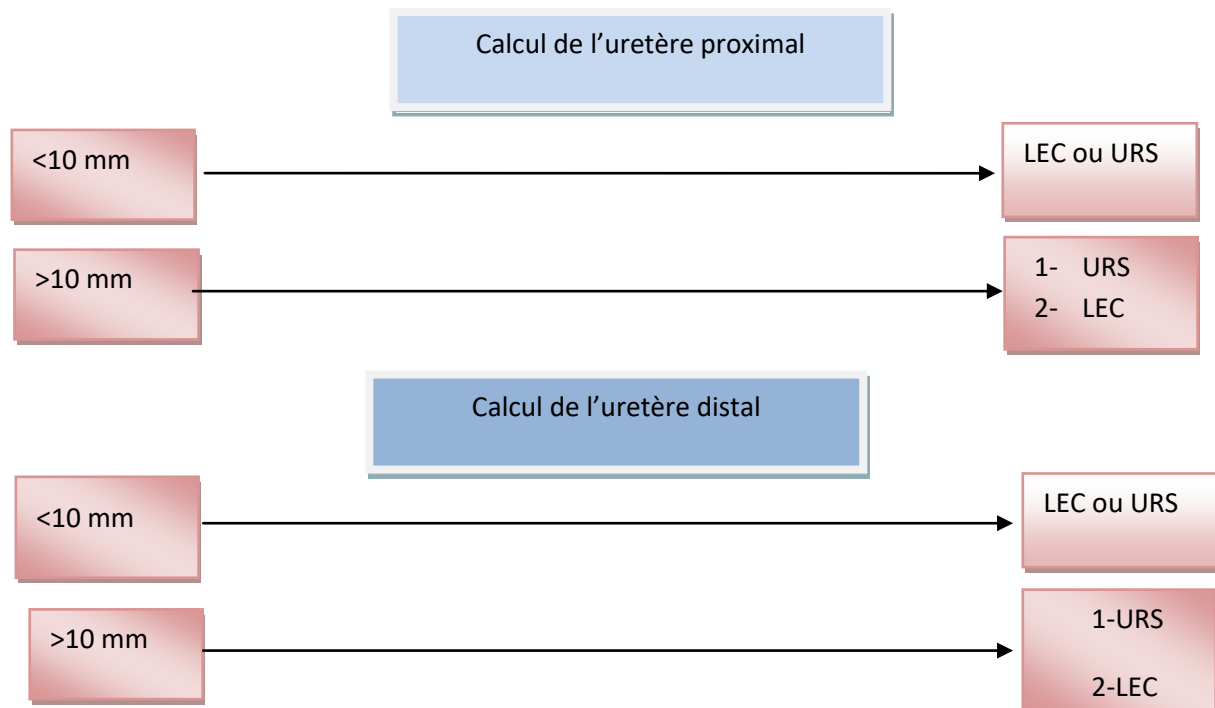
#### **3.5. Recommandations :**

L'extraction du calcul est indiqué si : infection urinaire haute, douleurs réfractaires, détérioration de la fonction rénale, obstruction urétéro-pyélique, taille du calcul >6 mm.

Dans les autres cas si un calcul est récemment diagnostiqué on peut se contenter dans un premier temps d'un traitement conservateur (observation) ou une MET.

Les résultats de la LEC et l'URS sont comparable. Cependant, l'URS a de meilleurs résultats pour les calculs de taille supérieure à 1 cm et plus de chance de Stone-Free après une seule intervention.

Les recommandations de l'association européenne d'urologie (EAU) Mars 2016 sont comme suit :



**Figure 66** : recommandation de l'EAU dans le traitement des calculs de l'uretère . [57]

## **II. Traitement des calculs de l'uretère et de la vessie au laser holmium : Technique et matériel :**

Pour que le traitement des lithiases vésicales et urétérales soit efficace, Il faut bien maîtriser la technique, notamment la cystoscopie, l'urétéroscopie et l'utilisation du Laser Holmium YAG comme système de fragmentation.

Le succès dépendra de la maîtrise de la technique, de la qualité du matériel utilisé et du type de la fibre du laser.

Notre étude est basée sur le traitement des calculs de la vessie par cystoscopie au laser holmium YAG, et ceux de l'uretère par urétéroscopie rétrograde semi-rigide au Laser Holmium YAG.

## **1. Matériel utilisé : [111,112]**

### **1.1. Cystoscope :**

Charrière 23 ou 25 avec optique à 12° ou 30° (1 Charrière = 1/3 millimètre).

### **1.2. Dilatateurs urétéraux :**

Système de dilatation urétérale sur fil guide téfloné ou hydrophile : dilatateurs olivaires, bougies de dilatation, sondes à ballonnet à basse pression (8 atm).

### **1.3. Urétroscope utilisé :**

Comme tout fibroscope L'appareil comporte trois parties [113,114] :

- une poignée de commande avec le système optique
- une gaine principale avec le canal opérateur
- un cordon de liaison au générateur.

La poignée de commande reçoit l'oculaire avec bague de mise au point, l'orifice proximal du conduit opérateur et d'irrigation équipé d'une valve étanche et le levier de commande de béquillage (pour un urétroscope souple).

La gaine principale entoure plusieurs éléments : les faisceaux conducteurs d'images, les faisceaux conducteurs de lumière, tous en fibre de verre, et le canal opérateur. La gaine se termine par une extrémité portant la tête optique.

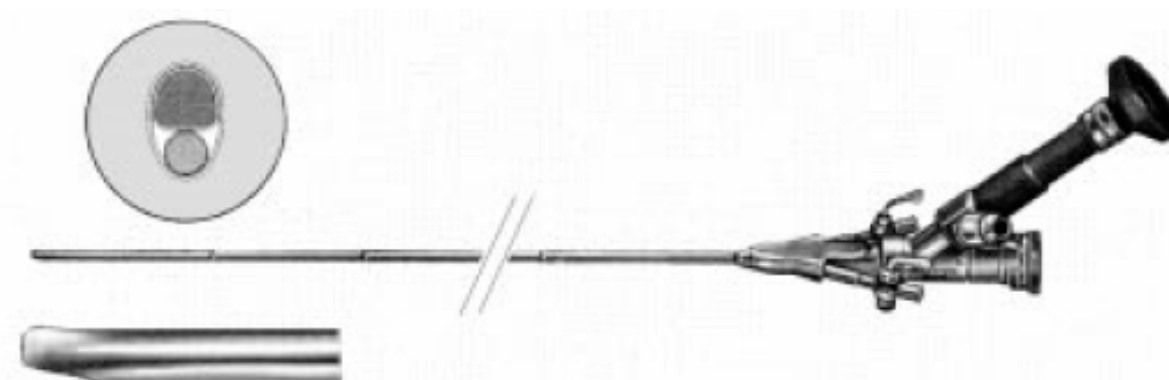
Actuellement, les fabricants proposent de multiples urétroscopes. Le diamètre de l'endoscope, la luminosité, la qualité de la vision, le diamètre des canaux opérateurs et d'irrigation, et le mode de stérilisation sont autant de critères pris en compte par l'urologue pour le choix d'un urétroscope [86].



**Figure67:** Anatomie d'un fibroscope. Trois parties principales:  
1. poignée de commande; 2. gaine principale; 3. cordon de liaison au générateur.

On distingue 3 types d'urétéroscopes :

- L'urétéroscopie rigide [86, 115] : il utilise le principe des fibres optiques ou de lentilles en verre qui permettent une transmission nette de l'image mais augmentent la rigidité de l'urétéroscopie, l'angle de vision de l'optique varie en général de 0 à 10° ; le diamètre de la gaine est progressif ou constant. Le nombre de canaux opérateurs varie de 1 à 2 selon les urétéroscopes. L'avantage de posséder deux canaux réside dans la possibilité d'utiliser simultanément une sonde Dormia pour fixer un calcul et un lithotripteur pour la fragmentation. Le diamètre des canaux opérateurs varie entre 2 et 6 Ch. Actuellement, le diamètre des urétéroscopes a bien diminué en raison de l'utilisation d'instruments de plus en plus fins.



**Figure 68:** urétéroscopie rigide

- L'urétéroscope souple [86] : de 7,5 Ch de diamètre, il possède une déflexion active primaire pouvant atteindre pour certains 180°, son canal opérateur unique mesure 3,6 Ch permettant l'utilisation de la plupart des instruments d'extraction des calculs ; l'irrigation est fortement dépendante de la présence ou non d'un instrument dans le canal et peut nécessiter une hyperpression pour obtenir une perfusion suffisante à une bonne vision. L'urétéroscopie flexible est plus performante dans l'uretère proximal ou le rein. Dans l'uretère distal, on trouve généralement des problèmes pour le garder en place vu sa souplesse ; il s'enroule facilement dans la vessie.



**Figure 69 : urétéroscope souple .**

- L'urétéroscope semi-rigide : l'avantage du laser est de pouvoir être utilisé avec l'urétéroscope souple. Cependant, il est de manipulation difficile contrairement à l'urétéroscope rigide, et nécessite un apprentissage et plusieurs procédures pour améliorer la courbe d'apprentissage. Ceci a poussé à la fabrication d'un urétéroscope de calibre réduit contenant un canal opérateur adapté au laser, combinant l'avantage de l'urétéroscope rigide et souple : l'urétéroscope semi-rigide [116].

Au total, tous les uréthroscopes récents sont de petit diamètre et ont un profil en « marches d'escalier » de 7,5 à 12 Ch environ, ce qui permet une « autodilatation » régulière par l'urétéroscope

lui-même. Cet avantage impose de procéder prudemment, avec un appareil bien lubrifié de façon à ce que la progression à travers le méat soit la moins traumatique possible [116].

#### **1.4. Système d'irrigation : [117]**

Une visibilité optimale ne peut être obtenue que si l'irrigation a un débit et une pression efficace. Dès qu'un instrument est introduit dans le canal opérateur, la réduction du flux est considérable. Différents systèmes permettent d'augmenter le flux d'irrigation : le moyen le plus simple est de positionner une poche de perfusion entre 60 et 100 cm au dessus du plan du patient. Les systèmes de seringues avec valves anti-retour, balle ou pistolet de pression sont à usage unique. La pompe aspiration avec système de gestion des fluides, permet d'augmenter le débit de perfusion sans pour autant augmenter de façon importante la pression intra-pyélique : ce capteur de pression arrête la pompe une fois la pression de perfusion dépasse un seuil préalablement choisi.

Si la pompe n'est pas disponible, il est possible d'augmenter transitoirement la pression d'irrigation en branchant une seringue de sérum physiologique directement sur le canal opérateur de l'endoscope ou en demandant au personnel de salle d'exercer une pression manuelle sur la poche d'irrigation. Il n'est pas recommandé d'utiliser les brassards de pression autour des poches d'irrigation car le niveau de pression est souvent important et difficilement contrôlable. La gaine d'accès urétérale évite les hyperpressions intra rénales (150 cm d'eau) et vésicales et permet une irrigation optimale des cavités en drainant le liquide d'irrigation avec les fragments lithiasiques et les caillots de sang, en dehors des cavités rénales.

#### **1.5. La chaîne vidéo-caméra :**

Elle est constituée par une vidéo camera, une source de lumière, un optique, un moniteur, et éventuellement un enregistreur vidéo.

**a. La vidéo camera :**

Elle est indispensable. Elle améliore le confort et la mobilité de l'opérateur, elle magnifie l'image sur l'écran de contrôle, diminue les fautes d'asepsie et le risque de contamination oculaire. Elle rend possible l'enseignement actif et l'assistance opératoire.

**b. La source de lumière :**

Elle doit être puissante, munie d'une lampe au xénon, au mercure ou allogène. L'intensité réglable, manuellement et souvent par un système automatique couplé à la caméra. La lumière est conduite jusqu'à l'optique par un câble constitué de fibres optiques munies de raccords mécaniques spécifiques. L'état des fibres doit être vérifié régulièrement par l'inspection visuelle de l'extrémité distale correspondant à des fibres endommagées dans le faisceau.



**Figure 70 : la source de lumière**

*b-1 L'optique:* Il est disponible en différents diamètres, celui de 10 mm est le plus couramment utilisé. La résolution et la clarté sont d'autant plus grandes que le diamètre de l'optique est important. De même, l'angle de vision par rapport à l'axe de l'appareil est variable : 0°, 5°, 30° et 70°.

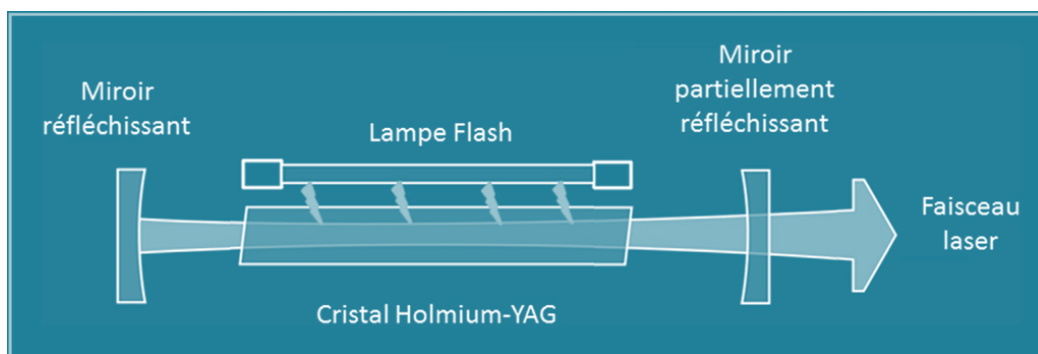
*b-2 Le moniteur* : Est le dernier maillon de cette chaîne de la vision, il est important de disposer d'un appareil de bonne dimension et de bonne qualité, limitant les distorsions inévitables dans la restitution de l'image.

*b-3 L'enregistreur vidéo* : Permet la réalisation de films d'enseignement, ou éventuellement de revoir les procédures afin d'analyser les qualités et les défauts. Il convient donc d'être particulièrement attentif lors des branchements des différents appareils en sortie de caméra ou de moniteur.

#### **1.6. Le laser Holmium YAG (système de fragmentation) :**

Le mot laser est un acronyme de l'anglais light amplification by stimulated emission of radiation (Figure71). Cet acronyme résume à lui seul le principe physique pour obtenir un faisceau laser. Il s'agit d'exciter un cristal par une source de lumière (le plus souvent une diode ou une lampe à flash). Les photons produits par le cristal excité sont concentrés entre 2 miroirs, et sont émis sous la forme d'un faisceau laser.

Le cristal le plus couramment utilisé dans les lasers médicaux est le grenat d'yttrium et aluminium ( $Y_3 Al_5 O_{12}$ ) plus connu sous son acronyme : YAG. Holmium-YAG signifie que le cristal est combiné à un métal de la classe des terres rares - l'holmium -, dont le rôle est d'amplifier la production de photons par le solide cristal excité. Pour les lasers médicaux, la principale alternative au Ho-YAG est le Nd-YAG (pour Néodymium-YAG). [118]



**Figure71:** Principe de production d'un faisceau laser. [118]

Ainsi, le Holmium YAG est la source laser actuelle la plus intéressante pour l'endoscopie de l'appareil urinaire. C'est le gold standard en matière d'endoscopie [119]. D'une longueur d'onde de 2100nm (spectre des infrarouges), cette longueur d'onde est absorbée par l'eau, est très précise et a une «pénétration tissulaire réduite» (0,4mm). Le principal mode d'action de l'Holmium:YAG est la transmission de l'énergie lumineuse en énergie thermique, « effet photothermique » avec effet de vaporisation [120]. Ce laser est particulièrement performant pour la « lithotritie intracorporelle » de tous les calculs quelle que soit la nature de ceux-ci. Aucun calcul ne résiste à l'effet du laser Holmium. Cette longueur d'onde est également parfaitement adaptée aux applications tissulaires (section et coagulation): «vaporisation des tissus mous» (tumeurs et sténoses) et pour la «coagulation». Enfin, l'énergie laser permet de couper différents matériaux, comme les sondes doubles J, les fils guides et les paniers en Nitinol.

Le laser Holmium n'est pas un laser continu, il fonctionne sur un «mode pulse»: chaque pulse étant défini par son énergie (exprimée en Joules-J ou milli Joules-mJ), sa fréquence (exprimée en Hertz-Hz) et sa durée de pulse (exprimée en microseconde-s). La puissance (exprimée en Watts-W) étant le produit de l'énergie par la fréquence [121].

Les fibres laser sont des fibres constituées de «silice» (verre) souples et fines (150 à 365 microns) à tir direct (dans l'axe de la fibre). Ces fibres restent cependant fragiles et doivent être maniées avec précaution afin de ne pas les briser. Elles sont classiquement livrées en fibres de trois mètres de long et doivent être recoupées après chaque utilisation (1 à 3mm). Il existe des fibres à usage unique (150 à 400 euros) et des fibres restérilisables (environ dix utilisations par fibres, 500 à 800 euros l'unité). Il existe également des fibres plus grosses (500 à 1000 microns) et des fibres à tir latéral, mais celles-ci ne sont pas utilisables qu'avec l'urétéroscopie rigide. Le canal opérateur de 3,6 F des urétéroscopes souples n'admet que les fibres de 200 et 365 microns pour permettre une irrigation résiduelle suffisante [118,122]. Les fibres de 600 microns peuvent être introduites dans le canal opérateur mais dans ce cas, il ne persiste pas suffisamment d'espace pour l'irrigation. Les fibres de 365 microns limitent la déflexion de l'urétéroscopie mais les fibres de 200 microns permettent une déflexion quasi complète de

l'endoscope permettant au besoin de traiter in situ un calcul caliciel inférieur. En contrepartie, la fibre de 365 microns est plus performante car elle permet de délivrer une énergie plus puissante à son extrémité. Dans la pratique, on recommande d'utiliser une fibre de 365 microns quand le traitement ne nécessite pas de déflexion importante (calice supérieur, pyélon, uretère) [118,123].

Le laser Holmium : YAG est également un « laser-contact » qui nécessite donc un «contact » avec sa cible (calcul, tissu). La fibre doit être appliquée sur la cible ou être à moins de 0,5 mm. En modifiant les paramètres du laser (énergie, fréquence, voire pour certains lasers durée de pulse) il est possible de modifier l'effet de l'onde laser : effet lithotritie, section ou coagulation [124].

Les paramètres à régler avant chaque tir concerne l'énergie (J ou mJ) et la fréquence (Hz). En réglant ces deux paramètres on obtient une certaine puissance. Selon la formule physique :

$$\text{Puissance (W)} = \text{Énergie (J)} \times \text{Fréquence (Hz)}$$

Pour une puissance donnée, en modifiant la durée de pulse, il est possible de modifier l'effet de l'onde laser. Il faut retenir qu'un « laser de 15 à 20 W » est aujourd'hui largement suffisant pour obtenir l'ensemble de ces effets et qu'il n'est pas nécessaire d'utiliser un laser de 30, voire 80 ou 100 W pour les actes sur la voie excrétrice. De la même façon, il faut retenir qu'une puissance de 10 W est largement suffisante pour traiter les calculs. Dans tous les cas il est recommandé de débiter avec des paramètres bas: énergie entre 0,6 et 1J et une fréquence entre 5 et 8 Hz (soit une puissance entre 3 et 8 W) puis de faire varier l'énergie ou la fréquence ou la durée du pulse pour obtenir l'effet recherché [125]. Il est aussi démontré actuellement qu'une faible puissance peut être plus performante. [119].

Ainsi, l'optimisation des paramètres du laser est certainement le facteur non-opérateur dépendant qui est le plus important pour garantir le succès d'une intervention d'endo-urologie [118].

Un pointeur laser de couleur rouge ou pour certains constructeurs de couleur verte permet d'identifier facilement l'extrémité de la fibre sur la cible à traiter [125].



**Figure72:**exemple d'appareil de laser Holmium YAG [125]

#### **1.7. Moyens d'extraction des calculs :**

Les fragments sont extraits à l'aide de sondes à panier et de pinces. Le choix du matériel répond à de multiples critères, correspondant aux situations rencontrées et aux habitudes de l'opérateur [126]. Les fabricants proposent toute une gamme de pinces et sondes à panier, restérilisables ou à usage unique.

- ❖ Les sondes à panier : Il existe plusieurs types de sonde à paniers, les plus couramment utilisés sont :
  - Les sondes à 3 ou 4 branches de Dormia permettent la préhension de la plupart des calculs. Dans certains cas, elles permettent d'emprisonner le calcul en vue de compléter sa fragmentation. Le calibre de la sonde peut varier de 1,9 à 4,5 F.
  - Les sondes SEGUIRA ayant des branches dont la configuration est non hélicoïdale, l'espace plus large entre les branches permet une meilleure préhension du calcul. Le calibre varie entre 2,4 et 4,5 F [86].

L'utilisation de la sonde à panier doit être limitée, et prudente en raison de leur finesse, elles sont traumatisantes et peuvent facilement perforer la paroi urétérale ou vésicale souvent inflammatoire et fragile au niveau d'un calcul impacté. Enfin, il s'agit d'un matériel à usage unique, très fragile et couteux [127].

- ❖ Les pinces :Pincés bipodes, tripodes, crocodiles.

### **1.8. Système de repérage radiologique :**

L'utilisation d'un appareil de fluoroscopie et d'une table opératoire radio transparente permettent les contrôles radioscopiques préopératoires indispensables : l'anatomie de la voie excrétrice par opacification rétrograde (urétéropyélographie rétrograde), position du fil guide, progression de l'urétroscope, absence de fragments résiduels volumineux, bonne position de la sonde urétérale. Pour ces raisons, la position de l'appareil de fluoroscope doit être vérifiée en préopératoire afin de permettre une mobilisation aisée du bras en C pour une visualisation complète de l'uretère, du rein à la vessie. Enfin, les clichés radiographiques peuvent être imprimés et conservés dans le dossier du patient [127].

## **2. La technique :**

Nous allons détailler dans ce chapitre la technique du traitement des calculs par laser holmium YAG combiné à la cystoscopie et l'urétéroscopie.

### **2.1 L'anesthésie :**

Une cystoscopie pour traitement de calculs au laser holmium se réalise au bloc opératoire sous rachianesthésie. Actuellement la cystoscopie peut être faite sous anesthésie locale ceci si, avec un cystoscope souple. Ce qui permet au malade une sortie de l'hôpital le jour même.

Concernant, l'urétéroscopie, elle se réalise sous rachianesthésie ou générale.

L'anesthésie locorégionale est particulièrement indiquée en cas d'urétéroscopie basse, car l'uretère pelvien est peu sensible aux mouvements respiratoires [128]. Elle est de plus en plus pratiquée et comporte moins de risques pour le patient, et permet éventuellement le retour

à domicile le jour même de l'intervention. Si non l'anesthésie générale reste plus facile pour l'opérateur, se réalise avec intubation ou masque laryngé selon la durée de l'intervention et du type de l'anesthésie (utilisation de curare ou non).

En effet, la curarisation facilite la progression de l'urétéroscope et son retrait en relâchant les muscles psoas et les fibres urétérales. Elle évite également la toux et le réveil inopiné du patient à l'origine de plaie urétérale et de rupture du matériel. Un spasme urétéral peut réaliser un stripping de l'uretère [128].

Pour l'uretère pelvien, la curarisation ne s'impose pas obligatoirement et l'anesthésie locorégionale a toute sa place.

La technique peut être réalisée en ambulatoire sous neurolept-analgésie (type DOLOSAL et HYPNOVEL), pour les urétéroscopies a priori facile (petit calcul, degré d'obstruction faible) ou à but diagnostique, associée à une anesthésie locale par XYLOCAINE de la vessie et de l'uretère.

Ce type d'anesthésie semble plus facile à réaliser chez la femme qui présente un urètre beaucoup plus court. Elle est de morbidité moindre et de coût beaucoup moins élevé que l'anesthésie générale [129].

Pour l'uretère iliaque ou lombaire, et sauf contre indication à la curarisation, l'urétéroscopie est grandement facilitée par une curarisation de courte durée autorisant ainsi une plus grande faisabilité. La curarisation doit être courte et adaptée à la difficulté prévisible de l'urétéroscopie. En cas d'URS facile, il est recommandé d'utiliser L'ESMERON à la dose de 0,3 à 0,5 mg/kg en intra veineux permettant ainsi une curarisation de 20 minutes, si par contre l'URS s'avère difficile, il est recommandé d'utiliser TRACRIUM à la dose de 0,5 mg/kg en IV permettant une curarisation de 40 minutes.

Une antibioprofylaxie est recommandée que ce soit avec une cystoscopie ou une urétéroscopie, d'autant que l'asepsie est souvent difficile au cours des techniques endo-urologiques.

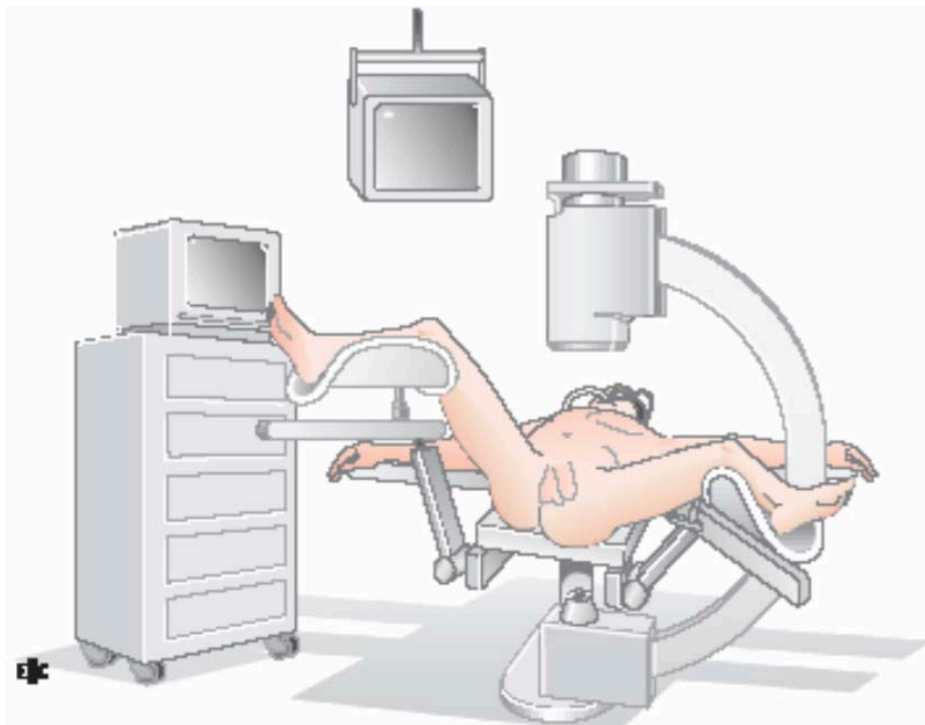
Une bi-antibiothérapie adaptée à l'antibiogramme doit être réalisée en cas d'infection urinaire documentée.

Dans notre série, la rachianesthésie est la règle, réalisée chez tous nos patients.

En général, l'anesthésie s'est déroulée sans aucun incident per opératoire.

## **2.2 Installations du malade :**

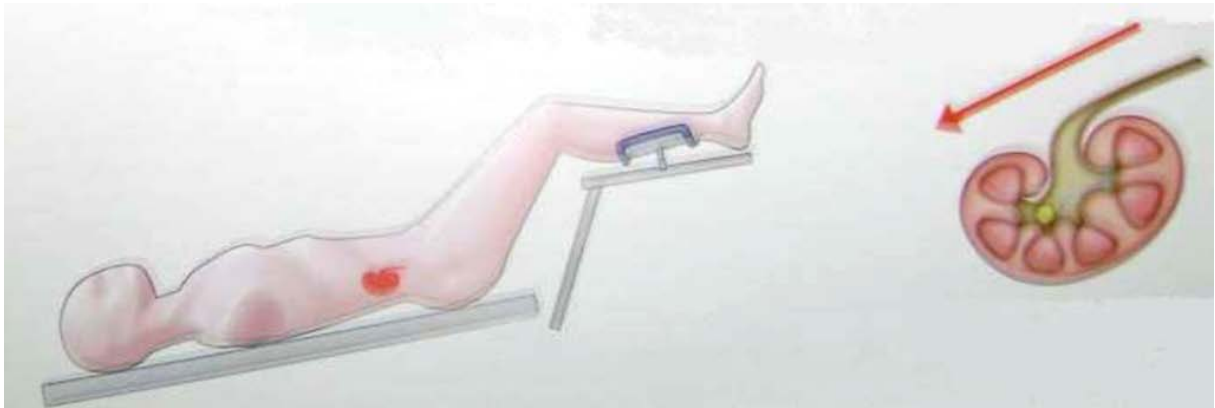
L'installation du patient répond avant tout aux exigences et au confort de l'opérateur mais, classiquement, le patient est placé (que cela soit pour une cystoscopie ou urétéroscopie) en position gynécologique ou position de taille vésicale sur table d'uro-radiologie ou d'uro-endoscopie. Pour le traitement du calcul urétéral, une urétéroscopie nécessite aussi de mettre la cuisse homolatérale au calcul en extension, la plus proche possible de l'horizontale, pour effacer le relief du psoas, qui pourrait gêner la progression de l'endoscope [129]. La cuisse controlatérale est au contraire fléchie (flexion abduction) pour permettre une mobilité maximale de l'endoscope sous la jambe opposée (figure 73).



**Figure 73: Installation du patient pour une urétéroscopie gauche.**  
**Le membre inférieur droit est en flexion abduction et le gauche est latéralisé.**

Il existe cependant d'autres types de positions possibles adaptés aux habitudes des opérateurs notamment la position de procubitus pour les calculs de l'uretère pelvien permettant de diminuer le risque de migration du calcul en amont ; la position de décubitus latéral adaptée

aux calculs rénaux permettant contrairement au précédent de mobiliser le calcul en le faisant basculer d'un fond caliciel vers la tige calicielle ou mieux vers le pyélon ; la position TRENDELENBURG adaptée pour les lithiases de l'uretère lombaire, elle aligne ce dernier par gravité rénale et facilite la progression de l'urétéroscope.(figure 74)



**Figure 74:** Installation du patient en position Trendelenburg

Pour les calculs de vessie une position gynécologique ou de taille vésicale est suffisante vu l'accès facile, l'opérateur entre les jambes du patient.

### 2.3 les étapes : [130-132]

#### a. les étapes de la cystoscopie au laser holmium :

- introduction du cystoscope
- repérage du calcul
- irrigation
- introduction de la fibre laser holmium YAG
- paramétrage du laser
- vaporisation du calcul de vessie
- extraction si fragments restant par pince à corps étranger
- drainage vésical.

**b. les étapes de l'urétéroscopie au laser holmium :**

Une urétéroscopie doit se réaliser en respectant les étapes suivantes :

- Cystoscopie, puis UPR : urétéro pyélographie rétrograde.
- Mise en place du fil guide de sécurité.
- Dilatation urétérale.
- Mise en place de la gaine d'accès urétéral.
- Mise en place de l'urétéroscopie et passage du méat urétéral.
- Progression de l'urétéroscopie jusqu'au calcul.
- irrigation
- introduction de la fibre laser Holmium
- paramétrage du laser
- vaporisation du calcul au laser holmium YAG
- Extraction des différents fragments de calcul restant et retrait de l'urétéroscopie
- UPR et drainage de la voie excrétrice.

Nous allons détailler les différentes étapes de l'urétéroscopie au laser Holmium pour traitement de calculs vu que la cystoscopie fait partie des différentes étapes.

**2.4 Cystoscopie puis UPR : [133]**

Elle permet de repérer le méat urétéral avec le même angle de vision que l'urétéroscopie, et donc de mémoriser sa position. La cystoscopie précise l'aspect du méat et permet de prévoir des difficultés éventuelles au cours de son franchissement, apprécie l'aspect des vaisseaux trigonaux, la présence de zones inflammatoires ou de plaque de leucoplasie.

Elle permet également de réaliser une urétéropyélographie rétrograde, particulièrement utile si les clichés d'urographie intraveineuse ne visualisent pas l'uretère d'aval. L'UPR doit être réalisée sans pression pour ne pas mobiliser le calcul vers le pyélon. Elle confirme le niveau de l'obstacle et précise l'état de la voie excrétrice sus-jacente.

### **2.5 Mise en place du fil guide de sécurité :**

Ce fil guide sert de repère radiologique et de repère visuel pour la montée de l'urétéroscopie.

Sa mise en place est obtenue au cours de la cystoscopie après réalisation de l'UPR.

La mise en place du fil guide de sécurité peut être obtenue de 3 façons différentes :

- Utilisation du cystoscope
- Utilisation du cathéter double lumière
- Utilisation de la gaine d'accès urétéral

Avec l'expérience, l'urétéroscopie peut être réalisée directement , sans fil guide, en particulier pour les calculs pelviens, mais au début de l'apprentissage, la montée d'un fil guide de sécurité est recommandée.

### **2.6 Dilatation urétérale**

Elle n'est pas toujours nécessaire. L'utilisation d'un urétéroscopie de petit calibre (< 8Ch) permet souvent de l'éviter. C'est le cas chez la femme avec méat urétéral large. Dans les autres cas, la dilatation est conseillée.

La dilatation est réalisée sous contrôle endoscopique et radiologique, à l'aide de dilateurs urétéraux qui seront glissés à travers le cystoscope sur le fil guide. Généralement, on dilate jusqu'à 12 Ch (au delà, il y a risque de fissuration urétérale). Cette dilatation peut se faire par les bougies métalliques qui restent d'excellents dilateurs, faciles à utiliser, restérilisables, (les deux premiers diamètres sont la plupart du temps suffisants). Les bougies téflonnées et les ballonnets permettent aussi des dilatations correctes, sous contrôle endoscopique et radioscopique, mais avec un coût et un temps de mise en place supérieurs [131-133].

### **2.7 Mise en place de la gaine d'accès urétéral :** (figure 75 et 76)

La mise en place d'une gaine d'accès urétérale n'est pas une étape obligatoire pour l'urétéroscopie. C'est l'opérateur qui décide de son emplacement en fonction des caractéristiques anatomiques du patient, de la stratégie opératoire et des constatations per

opératoires. Elle facilite l'accès rapide à l'uretère, se comporte comme un équivalent de gaine d'Amplatz pour la chirurgie percutané du rein, en permettant de réaliser rapidement des allers – retours de l'urétéroscope entre les cavités pyélo-calicielles et le milieu extérieur. Elle dilate l'uretère et facilite le retour du liquide d'irrigation. Elle évite l'hyperpression dans les cavités rénales en rapport avec la pression de perfusion et favorise l'élimination des fragments de calculs. Enfin, elle protège l'uretère et l'urétéroscope.



**Figure 75 :**

- A. Mise en place d'un fil guide, temps préalable à la dilatation du méat urétéral.
- B. Dilatation de la portion terminale de l'uretère à l'aide d'un ballonnet de 14 Ch.
- C. Gaine, obturateur et fil guide utilisés dans la technique de mise en place d'une gaine dans la partie terminale de l'uretère.



**Figure 76 :**

- A. Gaine de 14 Ch. dans l'uretère terminal.
- B. Un fibroscope de 9,9 Ch dans la lumière de la gaine.
- C. L'urétérorénolescope est conduit dans l'uretère à travers la gaine

### **2.8 Mise en place de l'urétéroscope et passage du méat urétéral :[112]**

La mise en place de l'urétéroscope peut s'effectuer sur le fil guide ou à côté de celui-ci, sous contrôle visuel et radiologique. Chacune de ces techniques a ses avantages et ses inconvénients.

–sur le fil guide : le passage du méat se fait avec une rotation de l'optique de 180° de façon à soulever le toit du méat urétéral et pouvoir glisser la partie plane-oblique de l'extrémité

de l'urétéroscope sous le toit de l'orifice urétéral en suivant le fil guide. Dès le méat franchi, il faut retourner l'urétéroscope de 180° en sens inverse. La progression est ensuite aisée en suivant le fil guide comme un rail. Le risque de perforation urétéral est faible mais il est important de ne pas forcer sur le fil guide, en particulier pour négocier un coude urétéral. Le fil guide sera ensuite retiré pour mettre en place l'instrument de lithotripsie si l'urétéroscope n'a qu'un canal opérateur.

Les temps opératoires suivants nécessitent donc une vigilance d'autant plus grande que l'on risque de ne pas retrouver la lumière urétérale d'amont en cas de plaie urétérale et de fausse route. À la fin de la lithotripsie, le fil guide sera remis en place et l'urétéroscope retiré.

C'est la méthode la plus simple mais la moins sûre.

- Le long du fil guide : le passage du méat urétéral est plus délicat. Il faut positionner l'extrémité de l'urétéroscope sous le fil guide, ce qui soulève le toit du méat urétéral, et enfin glisser l'extrémité plane-oblique en abaissant l'instrument, à la manière d'un chausse pied. La progression de l'urétéroscope est plus prudente et doit se faire en poussant l'instrument, sans pression, dans la direction de la lumière urétérale qui apparaît donc noir, tout en gardant le fil guide dans le champ de vision. Il est impératif de garder la lumière urétérale au centre de l'écran de contrôle et de ne jamais forcer le passage. Une progression à l'aveugle, sans ces deux repères, expose au risque de perforation.

En effet, le bras de levier exercé sur l'instrument est important et il faut garder à l'esprit qu'un mouvement de quelques degrés dans les mains de l'opérateur se traduit par une angulation importante de l'urétéroscope à son extrémité distale. Tout au long de la progression, l'irrigation s'effectue sans pression (poche de perfusion ne dépassant pas 60 cm de haut par rapport au plan du patient). Parfois, une augmentation transitoire de la pression de perfusion peut être nécessaire ; elle est obtenue par pression manuelle sur la poche de perfusion. Dès que le calcul est repéré, le canal opérateur est immédiatement disponible pour l'instrument de lithotripsie, ce qui diminue les manipulations. De plus, l'urétéroscopie s'effectue en gardant le fil guide de sécurité toujours en place, ce qui permet à tout moment de monter sans difficulté une sonde urétérale.

C'est la méthode la moins simple mais la plus sûre.

### **2.9 Montée dans l'uretère et progression jusqu'au calcul :[116]**

Après le franchissement du méat, l'extrémité oculaire de l'urétéroscope est basculée délicatement vers le bas et l'instrument est orienté dans l'axe de l'uretère, repéré par la direction du fil guide, ou en son absence, par une opacification rétrograde.

Ensuite, quoi qu'il arrive, il est essentiel de ne jamais forcer la progression sans voir la lumière urétérale. Il est impératif de suivre scrupuleusement cette règle, sinon on risque de transformer une intervention souvent simple et élégante en un drame chirurgical. L'exploration de l'uretère pelvien est en général simple, en progressant dans l'axe de la lumière noire de l'uretère.

Dans le cas de progression difficile (uretère étroit, ATCD chirurgicaux, fibrose rétro péritonéale, sténose...), la progression se fait sur guide avec une manœuvre particulière d'alignement du guide et de l'urétéroscope.

Ce geste est très important pour éviter les perforations, les fausses routes et pour faciliter le franchissement des siphons. La progression du guide s'accompagne d'un retrait de l'endoscope, et inversement la progression de l'urétéroscope d'un retrait du guide.

La rotation de l'endoscope autour de son guide peut également permettre un alignement de la lumière urétérale. L'utilisation de la fluoroscopie permet de vérifier la bonne position de l'urétéroscope par rapport aux différents repères osseux et par rapport au guide.

Si l'introduction ou la progression de l'urétéroscope sont difficiles, il est conseillé de mettre en place une sonde double J et de tenter une nouvelle urétéroscopie 8 jours après.

### **2.10 Vaporisation au laser Holmium :**

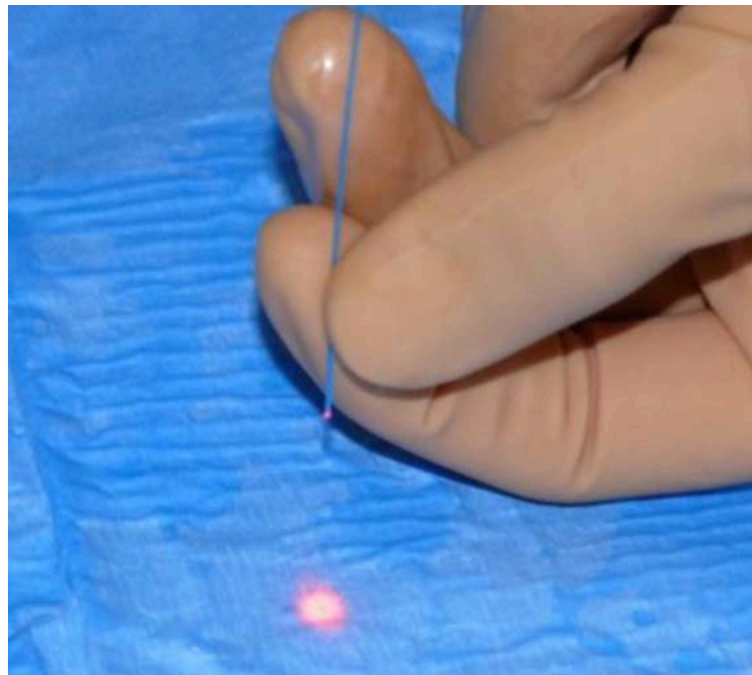
Le but premier du laser Holmium YAG, en matière de calcul est d'abord la désobstruction des voies excrétrices supérieures, ensuite, si possible, la vaporisation complète du calcul, et enfin, si possible, le retrait des débris.

La vaporisation ne doit être débutée que si les conditions de vision et de déplacement dans l'uretère sont excellentes, vu le risque d'enclavement des fragments dans la paroi urétérale.

Il faut éviter de travailler sur une portion fragilisée de l'uretère ou de la vessie par un œdème, une inflammation de la muqueuse, ou un siphon. Ces zones font courir un risque de fausse route, de perforation, d'enclavement des fragments et de rupture.

Une voie excrétrice supérieure dilatée et infectée sur un calcul obstructif devra être drainée (néphrostomie ou sonde double J si possible) et désinfectée, de même une infection urinaire doit être traitée avant d'envisager une cure de calcul au laser.

En générale, lorsqu'on traite un calcul avec le laser Holmium, la fibre laser doit toujours être introduite dans le canal opérateur lorsque l'URS est en position rectiligne (sans déflexion). La fibre du laser doit être appliquée directement au contact du calcul cible à moins de 0,5mm. Un pointeur laser couleur rouge ou vert permet d'identifier facilement l'extrémité de la fibre du laser sur la cible à traiter (figure 76). Les calculs doivent être idéalement fragmentés jusqu'à une taille inférieure à 2 mm. En cas de calculs volumineux ou multiples, il est préférable de traiter le patient en plusieurs temps. Le patient doit en être informé au préalable [134,135].



**Figure 77:**pointeur lumineux du laser [134]

Pour un meilleur résultat thérapeutique, les paramètres du laser doivent être réglés.

Ainsi, la puissance (en Watt) délivrée par le laser Holmium peut être modifiée par l'opérateur en faisant varier son énergie (exprimée en millijoules [mJ]) et sa fréquence (exprimée en Hertz [Hz]) (figure 78). Généralement on dépasse pas plus que 20 W, cette dernière est largement suffisante pour traiter le maximum de calculs. [118]



**Figure 78:** constante du laser [134] .

Les fibres laser sont des fibres constituées de «silice» (verre) souples et fines (150 à 365 microns) à tir direct (dans l'axe de la fibre). Ces fibres restent cependant fragiles et doivent être maniées avec précaution afin de ne pas les briser. Elles sont classiquement livrées en fibres de 3 m de long et doivent être recoupées après chaque utilisation (1 à 3 mm). Il existe des fibres à usage unique (150 à 400 euros) et des fibres restérilisables (environ dix utilisations par fibres, 500 à 800 euros l'unité).

### **2.11 Extraction des calculs et retrait de l'urétroscope:**

Si la taille du calcul le permet (< 6mm), il peut être retiré en monobloc à l'aide des diverses pinces et sondes à panier (type DORMIA). Cette dernière doit être engagée, fermée au delà du calcul afin de réaliser son extraction ou de bloquer la lithiase avant d'entamer sa fragmentation (pour les calculs de grande taille). Il existe un risque de fausse route au moment où la sonde s'engage derrière le calcul. Un contrôle radio endoscopique est parfois nécessaire.

L'urétroscope doit être retiré sous strict contrôle endoscopique et radiologique.

Il permet de vérifier l'absence d'entraînement de l'uretère et du fil guide, et l'absence de fragments résiduels sous jacents lors du retrait de l'instrument.

### **2.12 UPR et drainage de la voie excrétrice**

L'urétéropyélographie rétrograde (UPR) contrôle la vacuité et l'intégrité de la voie excrétrice.



**Figure79: urétéropyélographie rétrograde [134]**

La mise en place d'un drainage urétéral n'est pas systématique, mais recommandé par la majorité des auteurs. Il permet la prévention des symptômes obstructifs et la survenue des sténoses [136].

Ainsi, Une sonde urétérale pour 24 à 48 heures peut être laissée en place après une lithotritie facile et rapide d'un calcul non impacté et en absence de fragment résiduel supérieur à 2 mm. Dans les autres cas, il est préférable de laisser une sonde double J pour huit à dix jours [134].

### III. Discussion des résultats à la lumière de la littérature :

Différentes études ont été publiées concernant le traitement des calculs de l'uretère et de la vessie par Laser Holmium YAG montrant ainsi l'intérêt de ce dernier devenu le gold standard en matière de lithiase urinaire et d'endo-urologie.

#### 1. Données épidémiologiques :

##### 1.1. Nombre des malades :

Nous rapportons dans les trois tableaux suivants le nombre de cas de calculs de l'uretère et ceux de la vessie respectivement ainsi que la durée de l'étude dans les différentes séries.

**Tableau 1 : Nombre de cas et durée d'étude des différentes séries dans la littérature des calculs de l'uretère traités par laser holmium en fonction des pays et l'année de publication**

Series	Pays	Date de publication	Nombre	Durée d'étude
Yuksel.O.H et al [137]	Istanbul, Turquie	2015	74	Février 2011–Avril 2014 (3ans et 2 mois )
Desoky .E et al [138]	Zagazig, Egypte	2015	52	Mai 2013 –Mai 2014 (1 an )
Degirmenci.J al [139]	Izmir, Turquie	2014	113	Juin 1997 - Décembre 2002 ( 5 ans et 7 mois )
Arrabal–Polo . M et al [140]	Granada, Espagne	2009	83	Avril 2006 –Avril 2008(2 ans )
Jiang.H et al [141]	Shanghai, Chine	2007	697	Septembre 2002–janvier 2006 (3ans et 5 mois )
Seitz.C et al [142]	Vienne, Autriche	2007	543	Aout 2001 –Octobre 2005 (4 ans et 2 mois )
Gupta . P .K et al [143]	Panipat , Inde	2007	188	Janvier 2002 – Décembre 2005 ( 3 ans )

**Tableau 2 : Nombre de cas et durée d'étude des différentes séries dans la littérature des calculs de l'uretère traités par laser holmium en fonction des pays et l'année de publication (suite) .**

Série	Pays	Date de publication	Nombre	Durée d'étude
Leijte et al [144]	Utrecht , pays-bas	2007	105	1996-2005 ( 9 ans )
Farkas . A et al [145]	Debercen, Hongrie	2006	137	Janvier 1999- Décembre 2003 (4ans )
Garg.S et al [146]	Chandigarh, India	2007	30	Juin 2005 - octobre 2006 ( 16 mois )
Triantallylidis et al [147]	Thessaloniki, la grèce	2006	45	Octobre 2003 - septembre 2005 ( 2 ans )
Ilker .Y et al [148]	Istanbul, turquie	2005	205	Juin 1997 - Décembre 2002 (4 ans et 5 mois )
Sofer. M et al [149]	Ontario,Canada	2002	598	1993-1998 (5ans )
Castello A.J [150]	Melbourne, Australie	2000	17	Aout 1996-Mars 1998 (2 ans et 5 mois )
Gould.D.L et al [151]	Texas,états-unis	1998	127	18 mois , Février 1998.
Mourad .S.M et al [152]	Caire , Egypte	1997	62	Février 1995 - janvier 1997 (2 ans)
<b>Notre série</b>	Marrakech, Maroc		32	Janvier 2015- septembre 2016 (21 mois ) .

Ainsi, le nombre de calcul de l'uretère dans notre série est proche de celui de l'équipe indienne de Garg et al [146], de l'équipe grecque de Triantallydis et al [147], et de l'école égyptienne de Desoky et al [138].

Cependant, on note un nombre assez important de cas dans les équipes: chinoise de Jiang .H et al [141], l'équipe canadienne de Sofer .M [149] et al et celle autrichienne de Seitz . C et al [142] .

**Tableau 3 : Nombre de cas et durée d'étude des différentes séries dans la littérature des calculs de la vessie traités par laser holmium en fonction des pays et l'année de publication .**

Série	Pays	Date	Nombre	Durée d'étude
D'sauza .N [153]	Karnataka , Inde	2016	37	Janvier 2013–Juin 2015 (2 ans et 5 mois )
Yong Xu et al [154]	Tianjin , Chine	2014	55	Mai 2005 - Décembre 2013 (8 ans)
Kawahara.T et al[155]	Kanagawa , Japon	2012	36	Mars 2010 - octobre 2011
Arrabal.M et al [156]	Madrid, Espagne	2008	21	2006–2008(2ans)
Casatello.AJ et al [150]	Melbourne , Australie	1999	6	Aout 1996 -Mars 1998 (19 mois )
Gould .D.L et al [151]	Texas , états-unis	1998	15	1998 (18 mois)
Teichman J.M.H [99]	Texas , états-unis	1997	14	1997 (1 an )
Notre série	Marrakech , Maroc		8	Janvier 2015 - Septembre 2016 (21 mois )

Nous rapportons une similitude des nombres de cas dans notre série comparé à l'équipe australienne de Castello .AJ et al [150] , et américaines de Gould .D.L [151] et Teichman J.H de [99].

Le nombre de cas était plus important dans les équipes chinoise, japonaise et indienne de Yong xu et al [154] , Kawahara .T et [155] al ,D'sauza et al [153] respectivement .

Cette différence de nombre pour les calculs de l'uretère et ceux de la vessie, peut être expliquée à la fois par la population assez nombreuse en chine, l'expérience des écoles par rapport à l'utilisation du laser Holmium YAG et une durée d'étude étalée sur une plus longue période. A noter, que l'utilisation du laser Holmium YAG au sein de notre service n'a débuté qu'à partir de janvier 2015.

### **1.2. L'âge :**

Nous rapportons qu'il n'y avait pas une grande différence entre les données de notre série et celles des différentes équipes concernant l'âge moyen de nos patients, qui est de 44 ans.

**Tableau 4 : Age moyen et extrêmes d'âge des patients porteurs de calculs de l'uretère traités par laser holmium selon les différentes équipes.**

Série	Age moyen	Extrêmes d'âge
Yuksel.O.H et al [137]	45,99	24-82
Desoky .E et al [138]	40,5	30-51
Degirmenci.J al [139]	42,2	29-47
Arrabal-Polo .M et al [140]	54	41-67
Jiang.H et al [141]	47	19-82
Seitz.C et al[142]	48	33-63
Gupta . P .K et al [143]	36	14-86

**Tableau 5 : Age moyen et extrêmes d'âge des patients porteurs de calculs de l'uretère traités par laser selon les différentes équipes (suite).**

Série	Age moyen	Extrêmes d'âge
Leijte et al [144]	50	19-84
Farkas . A et al [145]	54	13-91
Garg.S et al [146]	44,7	31-58
Triantalyllidis et al [147]	51,5	27-74
Ilker .Y et al [148]	49,4	19-84
Sofer . M et al [149]	53	14-93
Castello A.J [150]	49	19-81
Gould .D.L [151]	55	40-70
Mourad.M.S [152]	54	16-64
Notre série	44	25-86

**Tableau 6 : Age moyen et extrêmes d'âge des patients porteurs de calculs de la vessie traités par laser holmium selon les différentes équipes.**

Série	Age moyen	Age extremes
D'sauza .N [153]	46,6	32-76
Yong Xu et al [154]	50,2	40 -61
Kawahara.T et al [155]	69,5	53-84
Arrabal.M et al [156]	50	8-76
Castello .A.J[150]	68	53-75
Gould .D.L[151]	60	53-75
Teichman J.M.H[99]	46	10-80
Notre de série	53	31-66

### 1.3. Le sexe :

On note une prédominance masculine dans la majorité des études pour les calculs de l'uretère et ceux de la vessie, sauf l'étude espagnole de Arrabal-polo et al [140] et celle indienne de Garg.S et al [146]:

**Tableau 7 : Répartition selon le sexe des calculs de l'uretère traités par laser holmium selon les différentes séries.**

Série	Masculin	Féminin
Yuksel.O.H et al [137]	52 (70,3%)	22 (29,7%)
Desoky .E et al [138]	29 (57%)	22 (43%)
Degirmenci.J al [139]	37 (51%)	36 (49%)
Arrabal-polo .M et al [140]	39 ( 47%)	44 (53%)
Jiang.H et al [141]	425 (61%)	272 (39%)
Seitz.C et al [142]	397 (73,11%)	146 (26,89%)
Gupta . P .K et al [143]	159 (84,5%)	29 ( 15,5%)

**Tableau 8 : Répartition selon le sexe des calculs de l'uretère traités par laser holmium selon les différentes séries.**

Série	Masculin	Féminin
Leijte et al [144]	65,7 %	34,4 %
Farkas . A et al [145]	77 (58,77%)	54 ( 41,22 %)
Garg.S et al [146]	14 (46,6%)	16 (53,4 %)
Triantallylidis et al [147]	29 (64,5%)	16 (35,5 %)
Ilker .Y et al [148]	128 ( 62,5 %)	77 (37,5%)
Sofer . M et al [149]	401 (67%)	197(33%)
Castello A.J [150]	9 (53%)	8(47%)
Gould .D.L [151]	85 (68,5%)	39 (31,5%)
Mourad.M.S [152]	44 (70,96%)	22 (29,7%)
Notre série	18 (56,25%)	14 (43,75%)

**Tableau 9 : Répartition selon le sexe des calculs de la vessie traités par laser holmium selon les différentes séries.**

Série	Masculin	Féminin
D'sauza .N [153]	37 (100%)	0
Yong Xu et al [154]	55 (100%)	0
Kawahara.T et al [155]	30 (83,3 %)	6 (16,7%)
Arrabal.M et al [156]	15 (71,4%)	6(28,6%)
Castello .A.J[150]	5 (83,3%)	1 (16,7%)
Gould .D.L[151]	12 (80%)	3 (20%)
Teichman .J.M.H [99]	12 (85,71%)	2(14,29%)
Notre de série	8 (100 %)	0

#### **1.4. Antécédents :**

Plusieurs études faites sur la cure de calcul urétéral ou vésical par laser montrent que les patients ont déjà bénéficié d'un traitement médical ou chirurgical pour lithiase urinaire sans amélioration.

A.Farkas et al [145] rapporte que 74 patients sur 137 (54%) ont eu au moins une seule séance de LEC.

Dans la série de Jiang et al [141] 47 patients sur 697 (20,37 %) ont été opérés pour calcul urétéral par urétérolithotomie à ciel ouvert, et 129 patients (52,9 %) ayant déjà reçu une séance de LEC au moins.

Triantallylidis et al [147] à son tour, rapporte qu'une cure de calcul par LEC sans amélioration a été notée dans trois cas sur 45.

Dans la série de Mourad.M.S et al [152] : quinze patients sur 62 (24%) ont été opérés par urétéroscopie pour calculs de l'uretère dont quatre fragmentations par ultrasons et six par lithoclast.

Vingt patients sur 62 (32, 25%) ont déjà été traités par LEC initialement.

Seitz et al [142] montre que 57 cas sur 543 (10,5 %) ont été traités par LEC initialement. Dans notre série, trois patients ont bénéficié d'un abord à ciel ouvert pour calcul de l'uretère.

Deux patients ont subi une NLPC : une lombotomie droite pour calcul coralliforme avant la NLPC dans un cas, et une uretéroscopie semi-rigide avec montée de sonde double J pour calcul de l'uretère iliaque a été faite après la NLPC chez le deuxième patient .

Deux patients ont eu une néphrectomie pour cure de calculs dont une néphrectomie pour pyonéphrose sur calculs sur rein détruit en fer à cheval. Une néphrostomie a été réalisée chez le même patient pour collection rétro-péritonéale post-néphrectomie.

Quatre patients ont reçu au moins une séance de LEC pour calcul rénal dont 3 associées a une montée de sonde double J.

Nos données rejoignent celles des différentes études et montrent l'intérêt du laser Holmium YAG dans la cure des calculs urinaires comme alternative thérapeutique.

## 2. Caractéristique de la lithiase :

### 2.1. Calcul de l'uretère :

#### a. Taille

La taille moyenne des calculs urétéraux était identique à celle dans notre série dans la majorité des études.

**Tableau 10 : Taille moyenne et extrêmes des calculs de l'uretère traités par laser holmium YAG .**

Série	Taille moyenne	Extrêmes
Degirmenci et al [139]	16mm	5-35 mm
Arrabal-polo . M et al [140]	11,9 mm	
Jiang . H et al [141]	12mm	4-32mm
Seitz.C et al [142]	6,65 mm	
Gupta.K.A et al [143]	10,3 mm	3-30mm
Leitje et al [144]	10mm	3-21mm
Farkas.A et al [145]	10mm	
Triantallylidis et al [147]	10,4 mm	4-28 mm
Sofer .M et AL [149]	11 mm	3-35mm
Notre série	11 mm	5-25mm

**b. Le nombre :**

Dans notre série vingt sept calculs soit 84,4 % sont uniques contre seulement cinq calculs (15,6%) multiples, ces résultats rejoignent les autres écoles comme le montre le tableau suivant :

**Tableau 11 : Le nombre des calculs de l'uretère traités par laser Holmium YAG selon les séries .**

Série	Unique	Multiples
Degirmenci et al [139]	98 (86,72%)	15 (13,28%)
Jiang.H et al [141]	570 (97,94)	127 (2,06)
Gupta et al [143]	179 (95,22%)	9(4,88)
Sofer . M et al [149]	511(85,45%)	87(14,55%)
Notre série	27 (84,4 %)	5 (15,6%)

**c. La latéralité :**

Dans notre étude les calculs de l'uretère sont unilatéraux dans 90,6 %, ce pourcentage assez important ne diffère pas de ceux noter dans les autres études.

**Tableau 12 : Latéralité des calculs de l'uretère traités par Laser Holmium YAG .**

Série	Unilatérale	Bilatérale
Degirmenci et al [139]	110 (97,34%)	3(2,66)
Jiang .H et al [141]	632 (90,67%)	65(9,33%)
Gupta et al [143]	183 (97,34%)	5(2,66%)
Farkas.A et al [145]	125 (95,41%)	6(4,59 %)
Triantallylidis et al [147]	41 (91,11%)	4 (8,89%)
Sofer. M et al [149]	589( 98,50%)	9 (1,5%)
Notre série	29 (90,6%)	3 ( 9,4 %)

Ainsi, le côté droit est majoritaire dans notre série, vingt calculs sur vingt neuf des calculs unilatéraux étaient du côté droit (69%), ce qui est identique aux autres équipes.

**Tableau 13 : Siège des calculs de l'uretère traités par laser Holmium.**

Série	Droit	Gauche
Degirmenci et al [139]	68 (61 ,81%)	42 (38 ,19 %)
Desoky et al [138]	29 (56,86%)	22 (43,14%)
Farkas . A et al [145]	77 (56,2%)	60 (43 ,8%)
Notre série	20 (69%)	9 (31%)

**d. La localisation :**

Dans la majorité des séries la portion pelvienne était la plus touchée, ceci ne diffère pas de notre série où la localisation des calculs au niveau de la portion pelvienne représente 43,75%.

**Tableau 14 : Localisation des calculs de l'uretère traités par laser Holmium YAG.**

Série	Lombaire	Iliaque	Pelvien
Degirmenci et al [139]	15	36	62
Arrabal-Polo . M et al [140]	17	18	48
Jiang et al [141]	172	143	382
Gupta et al [143]	55	37	116
Farkas .A et al [145]	13	31	93
Garg .S et al [146]	13	10	11
Triantallylidis et al [147]	6	7	36
Ilker.y et al [148]	12 (25%)	11 (22%)	158 (158%)
Sofer .M et al [149]	194	111	237
Castello . A J et al [150]	1	7	9
Mourad et al [152]	9	21	54
Notre série	10	8	14

Cette prédominance est évidente vu que les calculs de l'uretère pelvien sont la meilleure indication pour l'URS couplée au Laser Holmium : facile à réaliser vu la localisation distale, moins de complications et un pourcentage assez élevé de stone free. [157]

**e. Retentissement sur le haut appareil :**

Dans notre étude, 60% des patients ont un retentissement sur le haut appareil dont 4 patients (10 %) ont une hydronéphrose et 20 personnes ont une UHN (50%). Tandis que 16 personnes (40%) n'ont présenté aucun retentissement sur le haut appareil.

L'UHN était modérée dans 45 %.

T. Degirmenci et al [139] rapporte que tout les malades avaient un retentissement dont une hydronéphrose dans vingt quatre cas (21,23%) et UHN dans 89 cas (78,77%), l'UHN était minime dont 49 cas (55%).

L'équipe de Yuksel et al [137] note aussi que tout les malades avait un retentissement sur le haut appareil urinaire : dix patients (13,15%) portent une hydronéphrose et 64 une UHN (86,85%), l'UHN était minime dans 67,18 % (43 cas) .

Dans notre étude 40 % n'avait aucun retentissement sur le haut appareil, à la différence de T. Degirmenci et al [139] et Yuksel et al [137].

Cette différence dûe au choix des deux équipes de Degirmenci [139] et Yuksel [137] des patients où seuls les patients ayant un retentissement sur le haut appareil ont été inclus.

Dans notre série, le choix des calculs était ceux de taille importante ne pouvant pas s'éliminer spontanément et ceux avec retentissement sur le haut appareil.

Nous avons traité seize patients porteurs de calculs obstructifs avant la survenue d'une dilatation évitant ainsi l'apparition des complications.

**Tableau 15 : Retentissement sur le haut appareil des calculs de l'uretère traités par Laser Holmium YAG .**

Série	Hydronéphrose	UHN	Pas de retentissement
T.Degirmenci et al [139]	24 (22,23%)	89(78,77%)	0
Yuksel.O.H et al [137]	10 (13,15%)	64(86,85%)	0
Notre série	4(10%)	20(50%)	16(40%)

**Tableau 16 : Degré de l'UHN des patients traités par Laser Holmium YAG .**

Série	Minime	Modérée	Majeure
T. Degirmenci et al [139]	49(55%)	29(32,58%)	11 (12,36%)
Yuksel.O.H et al [137]	43(67,18%)	21(32,82%)	0
Notre série	7(35%)	9(45%)	4(20%)

## 2.2. Calculs de vessie :

### a. La taille :

La taille moyenne des calculs de la vessie dans notre étude est de 22 mm ce qui rejoint à peu près les séries de Arrabal. M et al, D'sauza et al et Kawahara .T et al, tandis que cette taille était inférieure à celle dans la série de Teichman et al, David .L et al car seul les gros calculs sont inclus dans l'étude.

**Tableau 17 : Taille moyenne et extrêmes des calculs de vessie traités par laser Holmium .**

Série	Taille moyenne	Extrêmes
D'Sauza et al [153]	21 mm	12-42mm
Yong xu et al [154]	36mm	21-51mm
Kawahara et al [155]	18mm	10,2 -21,2 mm
Arrabal. M et al [156]	28mm	10-40 mm
Gould . D et al [151]	35mm	
Teichman .T et al [99]	49 mm	30mm-60mm
Notre série	22mm	5-35 mm

**b. Le nombre :**

Kawahara et al [155] rapporte que 24 calculs sur 67 (66,7%) étaient uniques et 12 sur 67 (33,3%) multiples.

Dans notre série, la majorité des calculs étaient multiples soit six sur huit (75%) et 25 % uniques (deux sur huit) .

**2.3. Pathologies associées :**

Dans la série de Arrabal-Polo.M et al [140] un seul patient présente une hyperparathyroïdie, et un autre patient avait une nephrocalcinose.

Sofer. M et al [149] rapporte que seize patients avaient un rein unique, huit patients souffrent d'une duplicité urétérale, cinq vessies neurologiques et quatre patients avaient un mégauretère congénital.

Dans la série de Castello .A J et al [150], deux patients avait un adénome de prostate pour lequel ils ont bénéficié d'une RTUP combinée au traitement de calculs de la vessie au Laser holmium YAG.

Yong XU et al [154] n'a inclut dans sa série que les patients porteurs de gros calcul de la vessie et d'un adénome de la prostate traités simultanément.

### 3. Technique opératoire :

#### 3.1. Type d'anesthésie :

Dans notre série tous les patients ont été opérés sous rachianesthésie uniquement, aucun patient n'a nécessité une anesthésie générale.

Ilker Y et al [148] rapporte que tous les patients (205 cas) ont bénéficié d'une anesthésie générale, l'anesthésie générale pour tous les patients a été optée aussi dans la série de Triantallylidis et al (45 cas) [147], Mourad.M.S et al (62 cas) [152], et Seitz et al (543cas) [142].

Dans la série de Gupta . A. K et al [143] 77 patients ( 41% ) étaient sous rachianesthésie , 37 patients (19,5 % ) sous anesthésie générale , cinquante malades sous anesthésie locale avec sédation (26,5 % ) , neuf patients sous sédation seule ( 5% ) , deux malades ( 2 % ) sous anesthésie locale seule .

134 patients étaient sous rachianesthésie dans la série de A.Farkas et al [145] et seulement trois malades sous anesthésie générale. Pour ces derniers l'anesthésie générale a été justifiée vu l'âge jeune : treize, quinze et dix-sept ans.

612 malades (87,7 %) étaient sous anesthésie générale et 85 (12,2 %) sous rachianesthésie dans la série de Jiang et al [141].

D'souza et al [153] a traité tous les calculs de la vessie sous anesthésie locale, cette dernière était suffisante vu l'utilisation d'un cystoscope souple pour tous les patients.

**Tableau 18 : Type d'anesthésie utilisée dans le traitement des calculs par Laser Holmium .**

Série	AG	RA	Anesthésie locale	Sédation
Jiang . H et al [141]	612 (87,7%)	85 (12,2%)	0	0
Seitz . C et al [142]	543 (100%)	0	0	0
Gupta et al [143]	37 (19,5%)	77 (41%)	9 (5%)	2%
A.farkas et al [145]	2 (2,2%)	134 (97,8%)	0	0
Triantallylidis et al [147]	45 (100%)	0	0	0
Mourad.M.S et al [152]	62 (100%)	0	0	0
Ilker.Y et al [148]	205 (100%)	0	0	0
Notre série	0	40 (100%)	0	0

Le choix du type d'anesthésie dépend du patient, de l'anesthésiste et de l'opérateur.

Les calculs de l'uretère proximal sont plus faciles à traiter avec une anesthésie générale vue la sensibilité aux modifications respiratoires, à la différence de l'uretère distal qui n'est pas sensible aux variations respiratoires [120]. Cependant une rachianesthésie est plus facile à réaliser avec moins de complications liées à l'anesthésie, et un séjour hospitalier plus court.

### **3.2. Préparation de l'uretère :**

Sofer. M [149] et al rapporte que 160 patients sur 598 (27%) avaient bénéficié d'une montée de sonde double J en préopératoire

Dans la série de Garg. S [146] trois patients sur trente quatre ont nécessité un drainage par néphrostomie avant la réalisation du geste pour calculs obstructifs.

Dix-sept patients sur 113 ont nécessité une néphrostomie première avant le geste.

Dans notre série une montée de sonde double J première était réalisé chez vingt deux patients soit 55%.

Le drainage urétéral n'est pas nécessaire avant le geste opératoire, il est fait en cas de calcul totalement obstructif ou si échec de réalisation du geste en cas d'uretère étroit.

Il permet de diminuer le nombre d'épisodes de douleurs, et facilite le geste opératoire [57].

### **3.3. Traitement médical :**

Dans la série de Seitz.C et al [142] tous les patients ont bénéficié d'une antibiothérapie probabiliste en per-opératoire (205 patients) .

Y.ilker [148], A.triantallylidis [147], S. garg [146] et Teichman. H [99] ont aussi adopté la même conduite.

A.farkas [145] et Jiang.H et al [141] ont administré une antibiothérapie prophylactique uniquement chez les patients présentant un risque infectieux en per-opératoire.

L'antibiothérapie d'ordre prophylactique n'est pas systématique mais recommandé en matière général dans toutes les manœuvres d'endo-urologie.

### 3.4. Geste opératoire :

#### a. Paramètre du laser :

Pour une meilleure vaporisation, il faut un bon réglage des paramètres du tir du laser Holmium YAG.

Dans notre série l'énergie moyenne était comprise entre 0,5 J et 1,5 J et la fréquence moyenne utilisée était de 7,3 Hz (5 -10 Hz), la puissance moyenne était comprise entre 7-15 W (Puissance (W) = Énergie (J) × Fréquence (Hz)) ,ce qui rejoint la majorité des équipes

En général on ne doit pas dépasser une puissance de 20 W cette dernière est largement suffisante pour le traitement des calculs que ça soit de la vessie ou de l'uretère. [119,125]

**Tableau 19: Les paramètres du laser Holmium YAG.**

Série	Énergie (J)	Fréquence (Hz)
Arrabal -Polo .M et al [140]	1,5	6-10
Seitz.C et al [142]	0,6-1	5-10
Jiang .H et al [141]	0,2-0,8	10
Gupta.A.K et al [143]	0,5 - 1	5-10
Leitje et al [144]	0,5-1	5-10
Farkas.A et al [145]	0,5-1	5-15
Garg.S et al [146]	0,6-0,8	3-16
Ilker.Y et al [148]	1	6-10
Triantafyllidis et al [147]	1,5-1,8	8-10
Castello .A.j et al [150]	0,72	5-8
Sofer.M et al [149]	0,6 - 0,8	5-10
Mourad.S et al [152]	1,5	15-20
Kawahara et al [155]	19,5	
Yong xu [154]	4,9	26,5-71,5
Notre série	0,5-1,5	5-10

#### b. Type de fibre :

Dans notre série la fibre du Laser 365 µm est la plus utilisée (75%) des cas. la fibre 550 µm a été utilisée pour le traitement des calculs de la vessie.

Nos données rejoignent ceux de la littérature, ainsi la fibre 365 µm utilisée pour la majorité des calculs de l'uretère et la fibre 550 µm pour la majorité des calculs de la vessie.

Pour Ilker. y et al [148], Triantafyllidis et al [147], Leitje et al [144], et Gupta et al [143], dans leurs séries, la fibre 365 µm a été utilisée pour tous les patients.

La Fibre 270 µm a été utilisée par A.Farkas [145] et al et S.Garg et al [146] pour les petits calculs, et la fibre 365 µm pour les gros calculs.

A .J.Castello et al [150] a utilisé la fibre 270 µm pour les calculs de l'uretère pelvien et ceux lombaire de petite taille.

Dans la série de Jiang et al [141] 319 patients (54,2%) ont bénéficié de la fibre 365 µm et 378 (54,8%) de la fibre 550 µm .

Sofer.M et al [149] a utilisé la fibre 365 µm pour 549 patients sur 589 (93,2%) et la fibre 550 µm pour 49 patients sur 589 (2,8 %).

Tous Les calculs de la vessie dans la série de Kawahara et al [155], Teichman et al [99] et Yong xu et al [154] ont été traités par la fibre 550 µm.

**Tableau 20 : Type de fibre du laser utilisée  
au cours de la procédure de fragmentation des calculs**

Série	270 µm	365 µm	550 µm
Jiang . H et al [141]	0	319 ( 54,2)	378 ( 54,2%)
Sofer . M et al [149]	0	549 (93,2%)	49 (2,8 %)
Notre série	4 ( 10 %)	30 (75%)	6 ( 15 %)

**c. Drainage post opératoire :**

Dans notre série, vingt huit patients opérés pour calculs de l'uretère sur 32 (87,5%) avaient besoin d'un drainage postopératoire, dont vingt quatre étaient drainés par sonde double J (75%) et quatre par SUS (12,5%), quatre patients n'ont nécessité aucun drainage (12 ,5%).

Dans les autres séries les résultats étaient approximativement identiques, sauf dans l'équipe de Gupta et al [143], Sofer. M et al [149], Leitje et al [144], comme le montre le tableau suivant :

**Tableau 21 : nombre et type de drainage urétéral pour les calculs traités par laser Holmium YAG.**

Série	Drainage	Sonde jj	SUS	Absence de drainage
Yuksel.O.H et al [137]	58 (85%)	48 ( 65%)	10(20%)	16(25%)
Degirmenci et al [139]	113 (100%)	38 (33,62%)	75 ( 66,37%)	0
Arrabal-Polo.M et al [140]	67(80,72)	67 (80,72%)	0	16(19,29%)
Gupta et al [143]	18 (9,5%)	18 (9,5%)	0	143(90,5%)
Leitje et al [144]	8,3%	8,3 %	0	91,7 %
Trianfallylidis . A et al [147]	40 (81,8%)	40 (81,8%)	0	5 (18,2%)
S .Garg et al [146]	34 ( 63,3%)	34 (63,3%)	0	21 ( 36,7%)
Sofer . M et al [149]	13 (2,17%)	13 (2,17%)	0	585 ( 97,83%)
Castello . A. J et al [150]	19 (100%)	19 (100%)	0	0
Mourad.M.S et al [152]	47 (75,8%)	14 (22,5%)	33 ( 53,2%)	15 ( 24,2%)
Notre série	32 (87,5)	24 (75%)	4 (12,5%)	4(12,5%)

Le drainage postopératoire dans le traitement des calculs par laser Holmium n'est pas systématique, il permet de prévenir le syndrome obstructif consécutif à l'enclavement de fragment résiduel ou d'œdème postopératoire, ou en cas de complications tels que la perforation de l'uretère [136].

**d. Conversion :**

Dans toutes les séries y compris la notre, il n'y avait aucun cas de conversion chirurgicale.

**e. Gestes associés :**

Arrabal. M et al [156] rapporte que :

- Un patient a bénéficié d'une cure de calcul de la vessie associée à une ablation de sonde double J incrustée en intravésicale par le calcul.
- Un patient a bénéficié d'une cure d'urétérocèle et de calcul de la vessie par laser holmium simultanément.

Cinq uréthrolithotomie étaient réalisées dans la série de Kawahara et al [155] associées à une cure de calcul de la vessie au laser Holmium YAG

Yong XU et al [154], dans sa série 55 patients ont bénéficiés d'une RTUP associé à une cure de calcul de la vessie au laser Holmium YAG.

S.garg et al [146] a trouvé deux patients porteurs de deux polypes urétéraux au dessous du calcul dont le traitement a consisté à une ablation du polype par laser Holmium YAG associé à une vaporisation de calculs urétéraux.

Dans notre série, un patient a bénéficié d'une RTUP associé à une cure de calcul de la vessie, et une patiente a bénéficiée d'une uretéroscopie souple en fin d'intervention à la recherche des calculs caliciels.

**f. Durée du geste :**

Dans notre série, La durée moyenne était de 65 min (34-153min).

Cette durée était un peu plus longue que dans les autres études, ceci est dû à plusieurs facteurs notamment en cas de cure de calculs bilatéraux durant la même séance ou de geste associés (une RTUP qui a duré 153 min , une cure de calculs bilatéraux chez une patiente qui a duré 132 min ).

Le tableau suivant résume la durée moyenne et extrême pour cure de calculs de l'uretère et de la vessie au laser Holmium YAG :

**Tableau 22 : La durée moyenne et extrêmes du traitement des calculs de l'uretère et de la vessie au laser Holmium YAG.**

Série	Durée	Extrêmes
Arrabal -Polo . M et al [137]	35 min	25-65 min
Seitz . C et al [142]	38,9 min	16,5 - 61,3 min
Jiang.H et al [141]	25,2 min	10-60 min
Gupta.A.K et al [143]	32 min	10-75 min
Garg . S et al [146]	24,03 min	10-50 min
Ilker.Y et al [148]	35 min	25-65 min
Triantafillylidis . A et al [147]	72 min	35-170 min
Castello.A.J et al [150]	36 min	25-65 min
Gould et al [151]	16 min	10-45 min
Mourad.S et al [152]	30 min	10-50 min
Teichman . H et al [99]	57 min	
Kawahara et al [155]	19,5 min	
Yong xu et al [154 ]	49 min	26,5 - 71,5 min
Notre série	65 min	34 min - 2H 33

### 3.5. Durée d'hospitalisation :

La durée d'hospitalisation dans notre formation était de 2,2 jours avec des extrêmes entre 1 et 6 jours.

**Tableau 23 : durée d'hospitalisation et extrêmes des calculs traités par Laser Holmium YAG.**

Série	Durée d'hospitalisation	Extrêmes
Degirmenci .T et al [139]	1,9 jours	1-6 jours
Jiang et al [141]	2 jours	1-2 jours
Triantafyllidis .A et al [147]	2,8 jours	1-3 jours
Sofer.M et al [149]	1,2 jours	1-2 jours
Castello.A.J et al [150]	2	1-5 jours
Teichman et al [99]	1	1
Notre série	2,2	1-6 jours

La durée d'hospitalisation moyenne dans notre formation rejoint à peu près celle des autres études.

L'intervalle de 1 à 6 jours est expliqué par les patients ayant présenté des légères complications, tels qu'une infection du tractus urinaire rapportée dans 2 cas nécessitant une antibiothérapie par voie veineuse.

### 3.6. Complications immédiates :

Le traitement des calculs de l'uretère et de la vessie au laser est rarement associés à des complications, qui sont généralement mineures et rejoignent ceux décrites dans les manœuvres d'endo-urologie.

- ❖ T.degirmenci et al [139] rapporte que 77 % des patients : 87 patients (n'ont présentés aucune complication, et seulement 23 % : vingt six patients ont présentés des complications dont :
  - Dix patients (8,8%) avaient une petite lacération de la muqueuse.
  - Trois (2,7%) patients présentaient une perforation urétérale.
  - Urosepsis dans un cas (0 ,9 %).
  - Huit (7,1%) malades présentaient une infection urinaire.

- Fièvre postopératoire décrite dans dix cas ( 19,6%) .
- Une hématurie Dans deux cas( 3,9%) .
- ❖ seulement douze patients (23%) présentaient des complications dans la série de Desoky et al [138] et 40 patients ( 77%) sans aucune complications.

Les complications étaient de type :

- Fièvre post opératoire chez 10 patients (19,6%).
- Une hématurie chez deux patients (3,9%).
- ❖ Gupta et al [143] n'a pas décrit aucune complication particulière dans sa série.
- ❖ Farkas. A et al [145] rapporte que seulement 34 patients présentaient des complications (26%) dont :
  - Fièvre post opératoire dans dix-sept cas (12,4%)
  - Inflammation de la paroi urétérale dans douze cas (8,7%) résolue par une montée de sonde double J.
  - Cinq cas de perforation urétérale (3,6%) ont été rapportés.
- ❖ Neuf patients (26,4%) présentaient des complications dans l'étude de S.Garg [146] et al, dont :
  - Fièvre post opératoire chez un seul patient.
  - Sept patients présentaient une hématurie.
  - Une inflammation de l'uretère chez un seul patient traité pour calcul multiple de l'uretère.
- ❖ Jiang.H et al [141] à son tour rapporte que seulement 1,15 % des patients ont présentaient des complications : deux perforations de l'uretère.
- ❖ Treize patients (12 ,4 %) présentaient des complications dans la série de Leitje et al [144] :
  - cinq cas de perforations urétérales résolues par montée de sonde double J .
  - Cinq cas d'infection du tractus urinaire.

- ❖ Seulement neuf patients (4,37 %) présentaient des complications dans la série de Y. Ilker et al [148], dont :
  - Trois cas de perforations urétérales (1,5%) traitées par montée de sonde double J
  - Migration du fragment proximal dans quatre cas (1,9%) qui ont nécessité des séances de LEC par la suite.
  - Fièvre post opératoire dans 0,97 % des cas.
  
- ❖ Sofer. M et al [149] rapporte des complications chez seulement 4% (13 patients) dont :
  - Sept perforations urétérales
  - Une inflammation de la muqueuse urétérale dans un cas
  - Un cas d'urosepsis
  - Un cas de rétention aigue d'urine
  
- ❖ Triantafyllidis et al [147] a décrit des complications chez quatre patients (8,8%) dont :
  - Une fièvre post opératoire dans deux cas.
  - Un cas de colique néphrétique.
  - Une rétention aigue d'urine chez un seul patient.
  
- ❖ 5,5 % des patients présentaient des complications dans la série de Seitz . C [142] et al dont huit urosepsis et quatre perforations urétérales.
  
- ❖ Dans notre série, seulement 17,5% des patients avait présenté des complications légères. Tandis que les complications étaient mineures selon la classification de Clavien Dindo, elles sont de type :
  - Infection urinaire dans 2 cas (5%)
  - Coliques néphrétiques dans un cas (2,5%) suite à un calcul résiduel en fin d'intervention.
  - Une hématurie dans 2 cas ( 5%)
  - Fièvre post opératoire dans 2 cas (5%)

Aucun patient n'a présenté de rétention aigue des urines ni de stripping de l'uretère ni de perforation urétérale ni vésicale.

**Au total :**

La majorité des séries n'ont pas présenté de sérieuses complications, à part quelques perforations urétérales dues, soit à l'urétéroscopie ou au tir direct sur le calcul du Laser.

Ce qui montre la tolérance du laser Holmium YAG dans le traitement de lithiases urinaires. Devenu actuellement le Gold standard.

**Tableau 24 : Nombre de complications immédiates liées aux traitements des calculs de l'uretère et de la vessie au Laser Holmium YAG.**

Séries	Complications	Absence de complications
Desoky et al [138]	12 (23%)	87(77%)
Degirmenci .T et al [139]	26 (23%)	87 (77%)
Jiang.H et al [141]	2 (1,15%)	695 (98,85%)
Seitz.C et al [142]	12 (5,5%)	531 (94,5%)
Gupta .A.K et al [143]	0	100 %
Leitje et al [144]	13 (12,4%)	92 (87,6%)
Farkas et al [145]	34 (26%)	105 (74%)
Garg.S et al [146]	9 (26 ,4%)	25 (74%)
Triantafyllidis et al [147]	4 (8,8%)	36 (91,2%)
Ilker . Y et al [148]	9 (4,37%)	196 (95,53%)
Sofer.M et al [149]	4 (13%)	585 (87%)
Notre série	7(17,5%)	33 (82,5%)

**Tableau 23 : Les types de complications décrites dans le traitement de lithiases urinaire par Laser Holmium**

Série	Infection urinaire	Fièvre post-op	Hématurie	CN	Perforation
Desoky et al [138]	0	10 (19,6%)	2 (3,9%)	0	0
Degirmenci et al [139]	8 (7,1%)	10(19,6%)	2(3,9%)	0	3(2,8%)
Jiang.H et al [141]	0	0	0	0	2(1 ,15%)
Seitz.C et al [142]	4(0,75%)	2(0,38%)	0	1	4(0,75%)
Gupta.A.K et al [143]	0	0	0	0	0
Leitje et al [144]	5(4,76%)	0	0	0	5(4,76%)
Farkas et al [145]	0	17(12,4%)	0	0	5 (3,6%)
Garg.S et al [146]	0	1(2,94%)	7(20,58%)	0	0
Y.Ilker et al [148]	0	2 (0,97%)	0	0	3 (1,5%)
Sofer.M et al [149]	1 (0,16%)	0	0	0	7(1,17%)
Notre série	2 (5%)	2(5%)	2 (5%)	1 (2,5%)	0

#### 4. Résultat global :

L'efficacité du Laser Holmium YAG dans le traitement des calculs de l'uretère et de la vessie a été prouvée par plusieurs études.

Le laser Holmium YAG a permis d'avoir un nombre plus important de stones free en fin d'intervention à côté d'un taux très faible de complications que ça soit pour les calculs de l'uretère ou ceux de la vessie.

Concernant les calculs de l'uretère, le laser était plus efficace pour l'uretère distal que proximal vu la facilité de manipulation de l'urétéroscopie a ce niveau et la proximité de l'uretère distal, l'uretère proximal note un risque plus important de migration de fragment résiduel.

- ❖ Arrabal-Polo. M [140] et al rapporte que 78 patients (94%) étaient stone free en fin d'intervention, seulement cinq cas d'échec (6%) :
  - un fragment résiduel résolu par une deuxième séance de Laser
  - un patient avec un fragment résiduel de calcul de l'uretère ayant nécessité deux autres séances de Laser
  - un patient a bénéficié d'une séance de LEC suite a un échec du Laser
  - tandis que deux patients ont reçu deux séances de LEC
  
- ❖ 641 patients (92%) dans la série Jiang.H et al [141] étaient stone free, avec un échec chez 56 patients (8%) seulement dont la majorité pour uretère proximal suite à une migration du résidu ayant bénéficiés de séance de LEC par la suite.
  
- ❖ Ilker. Y [148] rapporte que 195 cas (95,1%) des patients était stone free à la fin d'intervention, et 10 échecs (4,9%) :
  - Deux patients dans le calcul était de grande taille ont nécessité une chirurgie à ciel ouvert.
  - Huit patients ont bénéficié soit d'une LEC ou d'une montée de sonde double J puis une URS deux semaines après.

- ❖ Mourad .S . M [152] note un taux de stone free chez 75 patients (89,3%) contre un échec chez neuf patients (10,5) ; dont :
  - six calculs ont nécessité une deuxième séance de Laser.
  - échec pour les calculs de l'uretère de taille entre 9–21 mm.
  - cinq calculs non visualisés à l'URS : difficulté de progression en raison de siphons urétéraux marqués dans 4 cas et de sténose billarzienne dans un seul cas.
  - dysfonctionnement du générateur dans trois cas.

❖ Kawahara et al [155] , D'souza et al [153 ] rapportent que 100 % des calculs de la vessie étaient stone free en d'intervention.

❖ Dans notre série, on note que :

Trente sept patients sur quarante étaient stone free en fin d'intervention soit 92,5 %.

Une seule séance de Laser était nécessaire chez ces patients.


100% des cas présentant des calculs de vessie étaient Stone free.

Deux patients ayant bénéficiés de 2 séances.


- une patiente avait deux calculs résiduels de l'uretère iliaque un de 3mm et l'autre de 5mm traiter par uretéroscopie seul avec extraction à la pince Dormia sans réalisation du laser Holmium YAG.

**Tableau 24 : Taux de stone free à la fin de cure des calculs de l'uretère et de la vessie au Laser Holmium YAG.**

Série	Stone free	Echec
Arrabal-Polo .M et al [140]	78 (94%)	5 (6%)
Desoky et al [138]	50 (97,6%)	2 (3,4%)
Seitz.C et al [142]	467 (86,1%)	76 (13,9%)
Jiang.H et al [141]	641(92%)	56 (8%)
Gupta et al [143]	193 (92,7%)	15 (7,3%)
Farkas.A et al [145]	126 (92%)	6 (8%)
Garg.s et al [146]	30 (96%)	4 (4%)
Yuksel.O.H et al [137]	60 (81,1%)	14 (18,9%)
Leitje et al[144]	89(84,4%)	17(15,6%)
Traintafyllidis et al [147]	46 (93,8%)	3 (6,2%)
Sofer . M et al [149]	580 (97%)	18 (3%)
Ilker.y et al [148]	195(95,1%)	10 (4,9%)
Castello.A.J [150]	18 (94,7)	1(5,3%)
Mourad .S.M et al [152]	75 (89,3M%)	9 (10,7%)
Kawahara . T et al [155]	36 (100%)	0
D'souza [153]	37 (100%)	0
Notre série	37 (92,5%)	3 (7,5%)



**CONCLUSION**



Le laser Holmium YAG (HO:YAG) est une technique séduisante dans le traitement des calculs de l'uretère et ceux de la vessie. Elle est performante, de faible morbidité et d'une efficacité prouvée.

Actuellement ce dernier est devenu le gold standard dans le traitement des lithiases urinaires et peut être considéré comme un traitement de référence.

Le laser Holmium YAG a révolutionné les différentes techniques d'endo-urologie, ce nouveau système de fragmentation peut être combiné à la cystoscopie ou l'urétéroscopie donnant des résultats meilleurs avec un risque faible.

La performance du laser Holmium YAG a été non seulement démontrée dans le traitement des calculs, mais aussi les tissus mous comme dans l'adénome de prostate.

Ainsi , la disponibilité de l'appareil du Laser Holmium YAG dans notre service à partir du mois de janvier 2015, nous a permis de compléter l'arsenal thérapeutique au sein du CHU Mohammed VI en matière de lithiase urinaire .



## Fiche d'exploitation

### Traitement des calculs de l'uretère et de la vessie au Laser Holmium

#### I-Identité :

-IP : -N° du dossier :  
-Nom : -Prénom :  
-sexe : -âge :  
-origine : -profession :  
-Date d'entrée : -Date de sortie :

#### II-Antécédents :

▪ Personnels :  
-Médicaux :  
HTA  TBK  Diabète  Coliques néphrétiques  Infection urinaire  Néphropathie   
-Toxique : Tabac  Alcool  atopie   
-Médicamenteux : anticoagulants  autres  LEC  
  
Chirurgicaux : lombotomie  NLPC  URS  
  
▪ Familiaux : Lithiase urinaire  néphropathie

#### III-circonstances de découverte :

Coliques néphrétique  Hématurie  insuffisance rénale  infections urinaires  polyurie   
Brulures mictionnels  1 er calcul  récidence  Adénome de prostate

#### IV-clinique :

TA : ; Diurèse : conservée  oligurie  anurie  ; douleur a la percussion lombaire  ;  
gros rein  ; T° :

V-Examens complémentaires :

➤ Radiologiques :


AUSP :  Echo vésicorénale  uroscanner  UIV  scintigraphie







**RESUMES**



## Résumé

Le laser Holmium YAG représente une nouvelle alternative thérapeutique pour la prise en charge des calculs de l'uretère et de la vessie.

L'objectif de notre travail est d'avoir un aperçu sur l'expérience du service d'urologie au CHU Mohammed VI de Marrakech dans le traitement des calculs de l'uretère et de la vessie par laser Holmium YAG et évaluer les résultats obtenus notamment l'efficacité et la tolérance du laser Holmium YAG à travers une étude rétrospective allant du 1<sup>er</sup> Janvier 2015 au 30 Septembre 2016 sur 40 patients, dont 32 calculs de l'uretère et 8 calculs de la vessie.

L'âge moyen de nos malades est de 47 ans (extrêmes: 25–86ans), on note une prédominance masculine soit 26 hommes (65%) pour 14 femmes (35%) et un sex ratio H/F de 1,8/1. Les calculs de l'uretère étaient dans 90,6 % des cas unilatéraux (69% du côté droit et 31% du côté gauche), et dans 9,4 % bilatérales. La taille des calculs variait de 5 à 25 mm avec une moyenne de 11 mm de grand axe pour les calculs de l'uretère. Et de 5 à 35 mm avec une moyenne de 22 mm du grand axe pour les calculs de la vessie. La portion pelvienne de l'uretère était prédominante dans 43,75%.

L'appareil du laser Holmium YAG utilisé est l'appareil Medilas H 20.

Le type de fibre le plus utilisé était la fibre 365 µm dans 75 % des cas. L'énergie moyenne était comprise entre 0,5 J et 1,5 J, et la fréquence moyenne était de 7,3 Hz (5 –10 Hz). La puissance moyenne était comprise entre 7–15 W.

Le succès « stone free » défini par l'absence de fragments résiduels, était noté chez 37 patients, soit un taux de succès de 92,5%. Deux patients ont nécessités une deuxième urétéroscopie laser. La durée moyenne d'hospitalisation était de 2,2 jours et du geste opératoire de 65 min.

Seulement 17,5 % des patients présentaient des complications mineures, aucun patient n'a présenté une complication majeure telle qu'une perforation urétérale. Aucun patient n'a présenté une récurrence 1 à 3 mois après.

Au terme de ce travail, on conclut que Le laser est une technique performante de faible morbidité et de grande efficacité dans le traitement de la lithiase urétérale et vésicale. Devenu le gold standard en matière de lithiase urinaire, il peut être ainsi utilisé comme traitement de premier choix pour le traitement des calculs de l'uretère et de la vessie.

## Summary

The Holmium YAG laser represents a new therapeutic alternative for the management of ureteral and bladder stones.

The aim of our study is to have an insight into the experience of the urology department at the Mohammed VI University Hospital in Marrakesh in the treatment of ureteral and bladder calculi by laser Holmium YAG, and also to evaluate the results obtained in particular efficiency and tolerance of Holmium YAG laser.

Through a retrospective study from January 1<sup>st</sup> ,2015 to September 30<sup>th</sup> ,2016 40 patients were included , 32 ureteral and 8 bladder stones .

The mean age of our patients is 47 years (range: 25–86 years), there is a male predominance of 26 men (65%) for 14 women (35%) and a sex ratio M/F of 1.8 / 1. The ureteral stones were unilateral in 90.6% ( 69 % on the right side and 31% on the left side), and bilateral in 9.4% . The calculi size varied from 5 to 25 mm with an average of 11 mm for ureteral stones. And from 5 to 35 mm with an average of 22 mm for bladder calculi. The pelvic portion of the ureter was predominant in 43.75%

The Holmium YAG laser device used is the Medilas H 20.

The most used fiber type was 365 µm fiber in 75% of cases. The mean energy was between 0.5 and 1.5 J, and the mean frequency was 7.3 Hz ( 5 –10 Hz). The average power was between 7–15 W.

The success "stone free" defined by the absence of residual fragments was noted in 37 cases, a success rate of 92.5% .Two patients needed a second ureteroscopy laser session. The mean hospital stay was 2.2 days and the surgical procedure duration was 65 minutes.

Only 17.5% of patients had minor complications, and no one presented a major complication such as ureteral perforation. There was no calculi recidivism 1 to 3 months after.

At the end of this study, it is concluded that laser is a powerful technique of low morbidity and high efficiency in the treatment of ureteral and bladder stones.

Becoming the gold standard in the management of urinary stones, it can be used as a first line treatment of ureteral and bladder stones.

## ملخص

يمثل ليزر هولميوم ياغ بديل علاجي جديد لعلاج حصى الحالب و المثانة .  
إن الهدف من دراستنا هو عرض لمحة عامة عن تجربة قسم المسالك البولية في مستشفى محمد السادس بمراكش في علاج حصى الحالب و المثانة بليزر هولميوم ,و ذلك من خلال دراسة استعادية من 1 يناير 2015 الى 30 شتنبر 2016 . شملت 40 مريضا , 32 من بينهم حاملين لحصى الحالب و 8 مصابين بحصى المثانة.

و قد كان معدل سن المرضى 47 عاما (25-86 عام ) مع أغلبية للذكور بنسبة 65 بالمئة (26 رجلا) . أما عدد النساء فقد بلغ 14 (35 بالمئة) .

هذه الحصى كانت متموضعة بجانب واحد في 90.6 في المئة ( 69 في المئة بالجانب الأيمن و 31 بالمئة بالجانب اليسرى و بكتلى الجهتين في 9.4 بالمئة من الحالات) .

حجم حصى الحالب تراوح ما بين 5 ملم و 25 ملم مع 11 ملم كمعدل أوسط بحساب أكبر قطر للحصاة. أما حجم حصى المثانة تراوح ما بين 5 ملم و 35 ملم مع 22 ملم كمعدل أوسط . أغلبية حصى الحالب كانت متموضعة في جزء الحوض بنسبة 43.75 بالمئة.

قد تم استخدام جهاز ليزر هولميوم ياغ المسمى بميديلاس ه 20 .  
و كان نوع ألياف الليزر الأكثر استعمالا هو 365 ميكرون بنسبة 75 بالمئة . و الطاقة المتوسطة تراوحت بين 0.5 و 1.5 جول. أما متوسط التردد كان 7.3 هرتز (5 الى 10 هرتز) . و معدل القوة تراوح بين 7 و 15 واط.

و قد سجل النجاح ( خالي من الحصى ) و المحدد بعدم وجود الشظايا المتبقية عند 37 مريضا أي بنسبة 92.5 بالمئة . و قد كان من الضروري اضافة حصص ليزر أخرى لدى مريضان .

بلغ معدل الإقامة في المستشفى 2.2 يوما و 65 دقيقة كمعدل للوقت المخصص للعملية الجراحية .

فقط 17.5 بالمئة من المرضى أصيبوا بمضاعفات طفيفة . لم يصب أي مريض بمضاعفات رئيسية مثل ثقب الحالب . لم تسجل أي حالة لعودة الحصى من شهر إلى ثلاث أشهر بعد العملية .  
و بعد اتمام بحثنا فاننا نستنتج أن الليزر هو تقنية متطورة ذات آثار جانبية ضعيفة و فعالية عالية في علاج الحالب و المثانة . اذ يمكن استعماله كعلاج أولي اختياري لحصى الحالب و المثانة .



**BIBLIOGRAPHIE**

1. **Matlaga BR, Coe FL, Evan AP, Lingeman JE.**  
The role of Randall's plaques in the pathogenesis of calcium stones.  
J Urol 2007;177:31-8.
2. **Daudon M, Bounxouei B, Santa Cruz F, Leite DA, Silva S, Diouf B, et al.**  
Composition des calculs observés aujourd'hui dans les pays non industrialisés.  
ProgUrol 2004;14:1151-61.
3. **Alapont Perez FM, Galvez Calderon J, Varea Herrero J, Colome Borros G, OlasoOltra A, Sanchez Bisoño JR.**  
Epidemiology of urinary lithiasis.  
ActasUrolEsp 2001;25:341-9.
4. **Daudon M, Panteix G, Sagnol I, Petit I.**  
Caractéristiques épidémiologiques régionales de la lithiase urinaire en France.  
Feuillets Biol 2007;48(277):45-51.
5. **Young HH, McKay RW.**  
Congenital valvular obstruction of the prostatic urethra.  
Surg Gynecol Obstet 1929; 48: 509-35.
6. **VAN HEEL ACS.**  
A new method of transporting optical images without aberrations.  
Nature 1954; 4392: 39.
7. **Hopkins HH, Kapany NS.**  
A flexible fibroscope, using static scanning.  
Nature 1954 ; 4392 : 39-41.
8. **HOPKINS HH.**  
British patent 954,629 and US patent 3, 1960; 257: 902.
9. **MARCHALL V.**  
Fiberoptics in urology J Urol. 1964; 91-110
10. **BUSH IM, GOLDBERG E, JAVADPOUR N, CHAKROBORTTY H, MORELLI F.**  
Ureteroscopy and renoscopy: a preliminary report.  
Chic Med Sch Q 1970 ; 30 : 46-9.
11. **TAKAGI T, GO T, TAKAYASU H, ASO Y, HIOKI R.**  
Small-caliber fibroscope for visualization of the urinary tract, biliary tract, and spinal canal.  
Surgery 1968 ; 64 : 1033-8

12. **LYON E, BANNO J, SCHOEMBERG H**  
Transurethral ureteroscopy in man using juvenile cystoscopy equipment J  
Urol. 1979;22:152-153
13. **GOODMAN H**  
Genetic factors in calcium oxalate stone disease.  
J Urol. 1995;153:301-307
14. **PEREZ-CASTRO E.E, MARTINEZ-PINERO J.A.**  
Transurethral ureteroscopy : A current urological procedure.  
Arch. Esp. Urol.1980, 33, 445-447.
15. **Denstedt JD, Razvi HA, Sales JL, Eberwein PM (1995)**  
Preliminary experience with holmium: YAG laser lithotripsy.  
J Endourol 9(3):255-257
16. **Dretler SP, Watson G, Parish JA, Murray S (1987)**  
Pulsed dye laser fragmentation of ureteral calculi.  
J Urol 137:386-389
17. **DELMAS V, BENOIT G,**  
Anatomie du rein et de l'uretère.  
Encycl. Méd. Chir, Rein, 12\_1989, 24 P.
18. **NETTER F 1989**  
Anatomie humaine.
19. **BOUCHET**  
Anatomie topographique
20. **Seung hyup Kim**  
Uroradiology  
Editions sunders.
21. **A. Galet**  
Endoscopie du haut appareil en urologie  
EMC, Elsevier. 18\_068\_F\_10
22. **Kamina P.**  
Anatomie : petit bassin et périnée, rectum et organes uro-génitaux.  
Ed. Maloine 1995;1:126-136.

23. **Netter P**  
Atlas d'anatomie humaine,  
Ed. El Sevier Masson 1997.
24. **Bennoit G., Giuliant F.**  
Anatomie chirurgicale et voies d'abord de la vessie.  
Encycl. Med. Chir. (Paris) 1991,411-460
25. **Bochner B.H., Figueroa A.J., Skinner E.C., Liescovsky G., Petrovitch Z., Boyd S.D., Sldner D.G.:**  
Salvage radicalcystoprostatectomy and orthopicurinary diversion following radiation failure.  
J urol., 1998 Jul., 160(l), pp.29-33
26. **M Daudon.**  
Lithogenèse.  
Laboratoire cristal, centre evian
27. **SR Khan, RL Hackett.**  
Role of organic matrix in urinary stone formation: an ultrastructural study of crystal matrix interface of calcium oxalate monohydrate stones.  
J Urol 1993;150: 239-45.
28. **M Daudon, P Jungers.**  
Clinical value of crystalluria and quantitative morphoconstitutional analysis of urinary calculi.  
Nephron Physiol 2004;98:31-36.
29. **M Daudon, O Traxer, E Lechevallier, C Saussine.**  
La lithogenèse.  
Prog Urol 2008 ;18 : 815-27.
30. **P Jungers, M Daudon, P Conort .**  
Lithiase rénale: diagnostic et traitement,  
ed Flammarion, paris, 1999.
31. **R Boistelle.**  
Concepts de la cristallisation en solution.  
Actual Nephrol Necker Hosp 1985;15:159-202.

32. **Doré B et al .**  
Les lithiases rénales,  
Ed springer, paris 2004.
33. **M Daudon et al .**  
Epidémiologie actuelle de la lithiase rénale en France.  
Annales d'urologie 2005 ;39 :209-31.
34. **G.brandi, S.Y.Nakada, K.L.Penniston.**  
practical approach to metabolic evaluation and treatment of the recurrent stone patient.  
WMJ 2008,107 2 ;91-100.Ilo.
35. **M Daudon, F Cohen-solal, B Lacour, P Jungers .**  
Lithiases et anomalies des voies urinaires : la composition des calculs est-elle indépendante de l'anomalie anatomique?.  
Prog Urol 2003 ;13- 6 : 1320-1329.
36. **Glowacki LS, Beecroft ML, Cook RJ, Pahl D, Churchill DN .**  
The natural history of asymptomatic urolithiasis.  
J Urol 1992 ; 147 : 319-21
37. **M Soula et al ,**  
Rôle des règles hygiéno-diététiques dans la prévention secondaire de la maladie lithiasique urinaire chez le personnel navigant des forces armées.  
Faculté de médecine paris Descartes. Thèse de doctorat en médecine .2009.
38. **O. Traxera, E. Lechevallier, C. Saussine .**  
Bilan métabolique d'un patient lithiasique.  
Le rôle de l'urologue.  
Progrès en urologie 2008; 18:849-56
39. **R. Renard-Penat, A. Ayed.**  
Diagnostic et bilan des calculs urinaires.  
Radiologie et imagerie médicale : Génito-urinaire - Gynéco-obstétricale -Mammaire.334-173-C-10.
40. **Traxera O, Lechevallier E, Saussine C, Daudond M, HaymanneJ.**  
Syndrome métabolique,obésité et lithiase urinaire.  
Prog Urol 2006, 16;4 :418-20

41. **Gagnadoux M F.**  
Oxalose.  
EMC 4-084-C-70 (2004)
42. **El Khebir M, Fougeras O, Le Gall C.**  
Actualisation 2008 de la 8e Conférence de consensus de la Société francophone d'urgences médicales de 1999. Prise en charge des coliques néphrétiques de l'adulte dans les services d'accueil et d'urgences.  
Progrès en urologie ;2009 :19, 462-73
43. **Daudon M, Doré B.**  
Cristallographie des calculs urinaires: Aspects néphrologiques et urologiques.  
Néphrologie-Urologie 1999; 18-104-A-25:17p.
44. **Jungers P.**  
Lithiase urinaire.  
EMC AKOS Encyclopédie Pratique de Médecine 2003;5-0495,7 p.
45. **Dore B .**  
Lithiase  
Urologie versailles Edition Elsevier 123-125
46. **Rieu P.**  
Lithiases d'infection.  
EncyclMédChir, 2005; 18-104-C-10, 10p.
47. **Pruna A, Daudon M.**  
Lithiase urique.  
EncyclMédChir, Néphrologie- Urologie 2008; 18-104-D-10:14p
48. **Traxer O, Lechevallier E, Saussine C.**  
Lithiase cystinique: diagnostic et prise en charge thérapeutique.  
Progrès en urologie 2008; 18:832-836.
49. **Melander C, Cornu M, Timsit O, Joly D.**  
Particularités des lithiases en dehors des lithiases calciques.  
Lithiase cystinique. EncyclMédChir 2009; 18-104-B-10,6p.
50. **Servais A, Daudon M, Knebelman B.**  
Lithiases médicamenteuses.  
Annales d'urologie 2004; 40:57-68.

51. **Doré B, Dussol B.**  
Lithiase calcique: aspects néphrologiques et urologiques.  
EncyclMédChir, Néphrologie-Urologie 1998; 18-104-A-40,12p
52. **É. Chabannes ,K.Bensalahb, X.Carpentierc, J.-P.Bringerd, P.Conorte, É.Denisf, B.Doreg, V.Estradeh, J.R.Gautieri, H.Hadjadjj, J.Hubertk, A. Hoznekl, É.Lechevallierm, P.Merian, P.Mozere, C. Saussineo, L.Yonneaup, O.Traxerq**  
Prise en charge urologique des calculs rénaux et urétéraux de l'adulte. Mise au point du Comité lithiase de l'Association française d'urologie (CLAFU).  
Aspects généraux Progrèsurologie(2013) 23, 1389—1399
53. **Daudon M, Traxer O, Lechevallier E, Saussine C.**  
Épidémiologie des lithiases urinaires.  
Prog Urol 2008;18:802—14.
54. **Jungers P, Daudon M, Conort P.**  
Lithiase rénale. Diagnostic et traitement.  
Paris: Flammarion Médecine-Sciences; 1999, 258 p.
55. **PAK CYC et al**  
Kidney stones.  
Lancet 1998;351:1797—801.
56. **Vincent Castiglione , François Jouret , Olivier Bruyère, Bernard Dubois, Alexandre Thomas, David Waltregny , Anne-Catherine Bekaert , Etienne Cavalier, Romy Gadisseur ,**  
Epidémiologie de la lithiase urinaire en Belgique sur base d'une classification morpho-constitutionnelle  
Néphrologie & Thérapeutique xxx (2014) xxx-xxx751; No. of Pages 8
57. **Y. Ruhayel, A.K.**  
guidelines edition 2016  
Tepeler european association of urology  
UROLITHIASIS - LIMITED UPDATE MARCH 2016 , 784-853
58. **DANIELS G GARNETT J CARTER M**  
Ureteroscopic results and complications: experience with 130 cases.  
J Urol. 1988;139:710-713
59. **KEATING M MENEY N YONG H.**  
Ureteroscopy: the initial experience;  
J Urol. 1986;135:685-693

60. **Pierre DALIBON et al**  
La lithiase urinaire ,une affection sous surveillance  
Actualités pharmaceutiques24 ,n° 542 ,janvier 2015 , 23-29
61. **JEAMBREAU E , Bégouin P, Bourgeois H, Duval P**  
Sémiologie urinaire.  
Précis de pathologie chirurgicale Tome 5. Masson. Paris. 1937 ; pp 257-280
62. **BLAISE Y, VINCENT R, DELMAS V, BOCCON-GIBOD L.**  
L'urétéroscopie a-t-elle toujours une place dans le traitement des calculs de l'uretère ?  
Progrès en Urologie 2000 ; 10 :537-541
63. **DORE B ET DUSSOL B.**  
Lithiase calcique : aspects néphrologiques et urologiques.  
Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Néphrologie Urologie, 18-104-A-40, 1998.
64. **A. Houlgatte ,E. Deligne**  
Colique néphrétique  
EMC-Médecine 2 (2005) 547-553
65. **HUBERT J., DESCOTES J.L., BELLIN M.F. PARTIE D.**  
Imagerie et lithiase urinaire  
Prog Urol, 2003, 993
66. **Cécile Champy, Olivier Traxer, Pierre Mozer**  
Chapitre 15 - Lithiase urinaire  
Item 262 - UE 8 ,2015
67. **Wimpissinger.F et al.**  
The silence of the stones: asymptomatic ureteral calculi.  
J Urol, 2007.178: 1341.
68. **DERBE.B, TEYSSIER.P, EVRARD.D.**  
Corps étrangers de l'uretère et de la vessie.  
Urologie, Masson : 433-438
69. **MHIRI.MN, BAYOUDH.H, MHIRI.CH, REKIK.S, DMIDA.L.**  
Le calcul vésical chez la femme : A propos de 10 cas.  
J.Gyn.Obstet.Biol.Reprod., 1990, 19 : 979-982.

70. **RAZVI H.A, SONG.TY, DENSTEDT.J.**  
Management of vesical calculs : comparaison of lithitripsy devices.  
J. Endourol., 1996, 10 : 559–563.
71. **LANDIER.JF, DEBRE.B.**  
Corps étrangers de l'uretère de la vessie.  
Encycl. Med. Chir., 18242A10
72. **AHN SO, MAYO–SMITH WW, MURPHY BL, REINERT SE, CRONAN**  
JJ Acute nontraumatic abdominal pain in adult patients : abdominal radiography compared with CT evaluation  
Radiology 2002, 225 : 159 164
73. **C. Roy et al**  
Imagerie de la lithiase urinaire : « Trois en un »  
Annales d'urologie – EMC Urologie 40 (2004) 69–92
74. **GAUTIER JR, LEANDRI P, ROSSIGNOL G, CAISSEL J, QUINTENS H**  
Pulsed dye laser in the treatment of 325 calculi of the urinary tract.  
Eur Urol 1990 ; 18 : 6–9
75. **GRENIER N, PARIENTE JL, TRILLAUD H, SOUSSOTTE C, DOUWS C**  
Dilatation of the collecting system during pregnancy : physiologic vs obstructive dilatation  
Eur Radiol 2000, 10 : 271 – 279
76. **FOWLER KA, LOCKEN JA, DUCHESNE JH, WILLIAMSON MR**  
US for detecting renal calculi with nonenhanced CT as a reference standard Radiology  
2002 ,222 : 109 – 113
77. **ROY C, BUY X**  
Obstruction urinaire : les différents types radio–cliniques  
J Radiol 2003, 84 : 109 – 119
78. **TOUZE MD, BERTINI N, DUCASSE JL, ELLRODT A, GATTEGNO B, GUILLE F, JAY S, MARTINEZ S, MEYRAN S, SCHOUMAN–CLAEYS E, VANONI I**  
Prise en charge des coliques néphrétiques de l'adulte dans les services d'accueil et d'urgences  
Réanim Urgences 1999, 8 : 532 – 546

79. **YILMAZ S, SINDEL T, ARSLAN G, OZKAYNAK C, KARRALI K, KABAALIOGLU A, LÜLECI E**  
Renal colic : comparison of spiral CT, US and IVU in the detection of ureteral calculi  
Eur Radiol 1998 : 212-217
80. **CATALANO O, NUNZIATA A, ALTEI F, SIANI A**  
Suspected ureteral colic : primary helical CT versus selective helical CT after unenhanced radiography and sonography  
Am J Roentgenol 2002, 178 : 379 – 387
81. **Daudon M, Bader C.A, Jungers P.**  
Urinary Calculi : Review of classification methods and correlations with etiology.  
Scanning Microsc., 1993 ; 7 : 1081–1106.
82. **Lechevallier E, Saussine C, Traxer O.**  
Imagerie et calcul de la voie excrétrice urinaire supérieure  
Progès en urologie (2008) 18, 863—867
83. **B. Doré ,**  
Techniques et indications de la lithotritie extracorporelle (LEC) en urologie Annales d'urologie 39 (2005) 137–158
84. **Tombolini P, Ruoppolo M, Bellorofonte C, Zatar C, Follini M.**  
Lithotripsy in the treatment of urinary lithiasis.  
J Nephrol. 2000 Nov; 13 Suppl 3: S71–82.
85. **Salem S, Mehrsai A, Zartab H, Shahdadi N, Pourmand G.**  
Complications and outcomes following extracorporeal shock wave lithotripsy: a prospective study of 3241 patients.  
Urol Res. 2010 Apr; 38(2): 135–42.
86. **CONLIN MJ, MARBERGER M, BAGLEY HD.**  
Ureteroscopy: development and instrumentation.  
Urol Clin North Am 1997 ; 24 : 25–42
87. **HUFFMAN J, BAGLEY D, SCHOENBERG H, LYON E.**  
Transurethral removal of large ureteral and renal pelvic calculi using ureteroscopic ultrasonic lithotripsy.  
J Urol. 1983; 130: 31–34
88. **MOSBAH.A, KRID.M, BACCOUCHE.S.**  
Lithotritie vesicale trans-uretrale au lithoclast R chez l'enfant : a propos de 7 cas.  
Prog.Urol. 1995, 5 : 79–81.

89. **EL KHADER.K, IBN ATTYA.A, MAMOUN.M, KOUTANI.A,HACHIMI.M, LAKRISSA.A.**  
Place de lithotritie ultrasonique dans le traitement de la lithiase du basappareil : A propos de 38 cas.  
J.Urol., 1990, 101 : 165-168.
90. **COULANGE.C, ROSSI. D.**  
Traitement urologique des calculs urinaires.  
Encycl.Med.Chir., 1992,18106-A-10.
91. **PAULHAC.P, DESGRANDCHAMPS. F, PLANET.M,TEILLAC.P, LE DUC.A.**  
Traitement chirurgical des calculs de vessie.  
Encycl. Med. Chir. 1997, 41-245.
92. **F.T.HAMMD, M.KYA, E.KAZIM :**  
Bladder calculs: did the clinical picture change ?  
Adul urology 67 (6) 2006.
93. **RANEY A. et al**  
Electrohydraulic urethrolithotripsy preliminary report.  
Urology 1978; 12:284-287
94. **REUTER H, KERN E.**  
Electronic lithotripsy of ureteral calculi.  
J Urol. 1973;110:181-183
95. **EL ASHRY O, DIMEGLIO R, NAKADA S, DOUGALL E, CLAYMAN R.**  
Intracorporeal electrohydraulic lithotripsy of ureteral and renal calculi using small calibre  
J Urol. 1996;156:1581-1585
96. **Gumpinger R, K Miller, G Fuchs, F Eisenberger**  
Antegrade ureteroscopy for stone removal  
European urology 1985, 11: 199-202
97. **Leveillee RJ, Lobik L**  
Intracorporeal lithotripsy: which modality is best?  
(2003) curr Opin Urol 13:249
98. **Athanasios G. Papatsoris, Ioannis Varkarakis Athanasios Dellis ,Charalambos Deliveliotis**  
Bladder lithiasis: from open surgery to lithotripsy  
Urol Res (2006) 34: 163-167

99. **Teichman JMH, Rogenes VJ, McIver BJ, et al**  
Holmium:yttrium–aluminum–garnet laser cystolithotripsy of largebladder calculi.  
Urology 50:44(1997)
100. **Lechevallier E, Saussine C, Traxer O.**  
Chirurgie ouverte des calculs du haut appareil Urinaire  
Progrès en urologie (2008) 18, 952—954
101. **BHATIA.V, BIYANI.CS.**  
Vesical lithiasis : open surgery versus cystolithotripsy versus extracorporeal Shock wave  
therapy.  
J.Urol.1994, 151 : 660–662
102. **PERNIN.P, DUFOUR.B.**  
Calculs de la vessie.  
Encycl.Med.Chir., 1984, 18240–C10, 3.
103. **Skolarikos, A., et al.**  
The role for active monitoring in urinary stones: a systematic review.  
J Endourol, 2010.24: 923.
104. **Campschroer, T., et al.**  
Alpha–blockers as medical expulsive therapy for ureteral stones.  
Cochrane Database Syst Rev, 2014. 4: CD008509.
105. **Seitz, C., et al.**  
Medical therapy to facilitate the passage of stones: what is the evidence?  
Eur Urol, 2009. 56: 455.
106. **Hussein, M.M.**  
Does tamsulosin increase stone clearance after shockwave lithotripsy of renal stones?  
A prospective, randomized controlled study.  
Scand J Urol Nephrol, 2010. 44: 27.
107. **Schuler, T.D., et al.**  
Medical expulsive therapy as an adjunct to improve shockwave lithotripsy outcomes: a  
systematic review and meta–analysis.  
J Endourol, 2009. 23: 387

- 108. Pickard, R., et al.**  
Medical expulsive therapy in adults with ureteric colic: a multicentre, randomised, placebocontrolled trial. *Lancet*, 2015.386: 341.
- 109. John, T.T., et al.**  
Adjunctive tamsulosin improves stone free rate after ureteroscopic lithotripsy of large renal and ureteric calculi: a prospective randomized study. *Urology*, 2010.75: 1040.
- 110. Cybulski, P.A., et al.**  
Ureteroscopy: anesthetic considerations. *Urol Clin North Am*, 2004. 31: 43.
- 111. CONORT P, DORE B, SAUSSINE C**  
Prise en charge urologique des calculs rénaux et urétéraux de l'adulte. *Prog Urol* 2004 ; 14 : 1096-1102
- 112. TRAXER O.**  
Trucs et astuces en urétéroscopie souple.  
Edition Boston scientifique 2006
- 113. LE DUC A, DES GRAND CHAMPS F, CORTESE A, CUSSENOT O ET TEILLAC P.**  
Fibroscopie en urologie.  
*Encycl Méd Chir (Elsevier), Techniques chirurgicales – Urologie*, 41-162, 2000, 9 p
- 114. ANTIE R.**  
Anatomie d'un fibroscope.  
*Endos Digest* 1976 ; 1 :17-20
- 115. LYON E, BANNO J, SCHOEMBERG H**  
Transurethral ureteroscopy in man using juvenile cystoscopy equipment  
*J Urol*. 1979;22:152-153
- 116. GUILLONNEAU B, VEILLON B, VALLANCIEN G.**  
Chirurgie des calculs de l'uretère (chirurgie endoscopique et chirurgie ouverte)  
*Techniques chirurgicales-Urologie* ,41-147 : 1997 ;1-7
- 117. BRIAN H, IRWIN AND MIHIR DESAI**  
Ureteroscopic superiority to extracorporeal shock wave lithotripsy for the treatment of small to medium sized intrarenal non staghorn calculi  
*J urol* 2009; 74;256-258

118. **R. Boissier, A. Faure, E. Lechevallier,**  
Les paramétrages du laser Holmium-YAG en endo-urologie
119. **Kronenberg P, Traxer O**  
Current Assessment on Holmium:yttrium-aluminum-garnet (Ho: YAG) Laser Lithotripter Settings and Laser Fibers  
Update on Lasers in Urology EUROPEAN UROLOGY (2016)
120. **Progrès Grasso M, Chalik Y.**  
Principles and applications of laser lithotripsy: experience with the Holmium laser lithotrite. J Clin Laser Med Surg 1998;16:3—7.
121. **Gould DL.**  
Retrograde flexible ureterorenoscopic Holmium-Yag laser lithotripsy: the new gold standard.  
Tech Urol 1998;1:22—4.
122. **Pasqui F, Dubosq F, Tchala K, Tligui M, Gattegno B, Thibault P, et al.**  
Impact on active scope deflection and irrigation flow of all endoscopic working tools during flexible ureteroscopy.  
Eur Urol 2004;45:58—64.
123. **Michel M, Knoll T, Ptaschnyk T, Kohrmann KU, Alken P.**  
Flexible ureterorenopyeloscopy for the treatment of lower pole calyx stones: influence of different lithotripsy probes and stone extraction tools on scope deflection and irrigation flow.  
Eur Urol 2002;41:312.
124. **Denstedt JD.**  
Preliminary experience with Holmium YAG laser lithotripsy.  
J Endourol 1995;9:255—8.
125. **O. Traxer, E. Lechevallier, C. Saussine**  
Urétéroscopie souple-laser Holmium-YAG : le matériel  
progrès en urologie (2008) 18, 917—928
126. **HONEY RJ**  
Assessment of a new tipless nitinol stone basket and comparison with an existing flatwire basket.  
J Endourol 1998 ; 12 : 529-53.

127. **CONLIN MJ, MARBERGER M, BAGLEY HD.**  
Ureteroscopy: development and instrumentation.  
Urol Clin North Am 1997 ; 24 : 25–42
128. **GUILLONNEAU B, VEILLON B, VALLANCIEN G.**  
Chirurgie des calculs de l'uretère (chirurgie endoscopique et chirurgie ouverte)  
Techniques chirurgicales–Urologie ,41–147 : 1997 ;1–7
129. **GELET A.**  
Endoscopie du haut appareil urinaire.  
Encycl Med Chir. Néphrologie–Urologie, 1998 ;18068F10
130. **O. Traxer, E. Lechevallier, C. Saussine**  
Urétéroscopie souple–laser Holmium–YAG : la technique  
Progrès en urologie (2008) 18, 929—93
131. **MARBERGER M, HOFBAUER J, TURK C, HOBARTH K, ALBRECHT W.**  
Management of ureteral stone.  
Eur Urol. 1994;25:265–272
132. **HUFFMAN J, BAGLEY D.**  
Baloon dilatation of the ureter for ureteroscopy.  
J Urol. 1988;140:954–956
133. **FORD T, PARKINSON M, WICKHAM J.**  
Clinical and experimental evaluation of ureteric dilatation.  
J Urol. 1984;56:460–463.
134. **P.O. Faïs, T. Albert, S. Gaillet**  
Urétéroréno-scopie souple laser pour calcul du haut appareil urinaire  
Progrès en urologie (2011) 21, 811—815
135. **A. Van Hove, C. Falco, C. Vallier, A. Monges, Y. Neuzillet, E. Lechevallier, C.**  
CoulangeÉvaluation économique de l'urétéroscopie souple laser  
Progrès en urologie (2008) 18, 1050—1055
136. **A. Cerruti, S. Lebdai, F. Martin, N. Hoarau, D. Chautard, T. Culty, A.R. Azzouzi, P. Bigot**  
Le type de drainage postopératoire modifie-t-il les résultats de l'urétéroréno-scopie  
souple pour la fragmentation laser des calculs rénaux ?  
Progrès en urologie (2015) .

137. **Özgür Haki Yüksel, Serkan Akan, Ahmet Ürkmez, Fatih Uruc, Ayhan Verit**  
Efficacy and safety of semirigid ureteroscopy combined with holmium: YAG laser in the treatment of upper urinary tract calculi: Is it a good alternative treatment option of flexible ureteroscopy for developing countries?  
j pac assoc Vol. 65, No. 11, November 2015
138. **Desoky E.A.E., El Sayed E.R., Sakr A.M.N., Fawzi A.M., Eliwa A., Desoky H., Teleb M., El Galaly H., El Bendary L., Youssef M.K.**  
Semi-rigid miniature ureteroscopy with holmium laser versus shock wave lithotripsy for upper ureteric stone: A prospective study  
Eur Urol Suppl 2015;14/2:e970
139. **Tansu Degirmenci, Bulent Gunlusoy, Zafer Kozacioglu, Murat Arslan, Omer Koras, Burak Arslan, Suleyman Minareci**  
Comparison of Ho:YAG laser and pneumatic lithotripsy in the treatment of impacted ureteral stones: An analysis of risk factors  
Kaohsiung Journal of Medical Sciences (2014) 30, 153e158
140. **Miguel A. Arrabal-Polo, Miguel Arrabal-Martín, José L. Miján-Ortiz, Francisco Valle-Díaz, Víctor López-León, Sergio Merino-Salas and Armando Zuluaga-Gómez**  
Treatment of ureteric lithiasis with retrogradeureteroscopy and holmium:YAG laser lithotripsy vs extracorporeal lithotripsy  
JOURNAL COMPILATION ,2009 BJU INTERNATIONAL,104, 1144-1147
141. **HAOWEN JIANG, M.D., ZHONG WU, M.D., QIANG DING, M.D., and YUANFANG ZHANG, M.D.**  
Ureteroscopic Treatment of Ureteral Calculi with Holmium:YAG Laser Lithotripsy  
JOURNAL OF ENDOUROLOGY Volume 21, Number 2, February 2007 © Mary Ann Liebert, Inc.
142. **Christian Seitz , Enis Tanovic , Zeljko Kikic , Harun Fajkovic**  
Impact of Stone Size, Location, Composition, Impaction, and Hydronephrosis on the Efficacy of Holmium:YAG-Laser Ureterolithotripsy  
european urology 52 (2007) 1751-1759
143. **PAWAN KUMAR GUPTA, M.S.**  
Is the Holmium:YAG Laser the Best Intracorporeal Lithotripter for the Ureter? A 3-Year Retrospective Study  
JOURNAL OF ENDOUROLOGY Volume 21, Number 3, March 2007 © Mary Ann Liebert

144. **JOOST A.P. LEIJTE, M.D., JORG R. ODDENS, M.D., and TYCHO M.T.W. LOCK, M.D.**  
Holmium Laser Lithotripsy for Ureteric Calculi: Predictive Factors for Complications and Success  
JOURNAL OF ENDOUROLOGY Volume 22, Number 2, February 2008 © Mary Ann Liebert,
145. **A. Farkas & L. Péteri & L. Lőrincz & M. A. Salah & T. Flaskó & A. Varga & Cs. Tóth**  
**Holmium:**  
YAG laser treatment of ureteral calculi: a 5-year experience  
Lasers Med Sci (2006) 21:170-174
146. **S. Garg A.K. Mandal S.K. Singh A. Naveen M. Ravimohan M. Aggarwal U.K. Mete K. Santosh**  
Ureteroscopic Laser Lithotripsy versus Ballistic Lithotripsy for Treatment of Ureteric Stones: A Prospective Comparative Study  
Urol Int 2009; 82:341-345
147. **A. Triantafyllidis, C. Kalaitzis, S. Giannakopoulos, A.G. Papatsoris, T. Pantazis, A. Papathanasiou, S. Touloupidis**  
Holmium Laser Lithotripsy of Ureteral Calculi: Our Initial Experience  
Urol Int 2007; 79:24-27
148. **Y. Ilker, A. Ozgur, C. Yazici**  
Treatment of Ureteral Stones Using Holmium:YAG laser  
International Urology and Nephrology (2005) 37:31-34
149. **MARIO SOFER, JAMES D. WATTERSON, TIMOTHY A. WOLLIN, LINDA NOTT, HASSAN RAZVI AND JOHN D. DENSTEDT**  
HOLMIUM:YAG LASER LITHOTRIPSY FOR UPPER URINARY TRACT CALCULI IN 598 PATIENTS  
THE JOURNAL OF UROLOGY, Vol. 167, 31-34, January 2002
150. **A. J. COSTELLO, M. J. WESTCOTT AND J. S. PETERS**  
EXPERIENCE WITH THE HOLMIUM LASER AS AN ENDOSCOPIC LITHOTRITE  
Aust. N.Z. J. Surg. (2000) 70, 348-350
151. **DAVID L. GOULD, M.D. et al**  
Holmium:YAG Laser and Its Use in the Treatment of Urolithiasis: Our First 160 Cases  
Journal of endourology volume 12, Number 1, February 1998, Mary Ann Liebert, Inc.

152. **M. Sherif MOURAD et al**  
Fragmentation des calculs urétéraux par laser Holmium Yag  
Progrès en Urologie (1998), 8, 201–205
153. **Nischith D'Souza, Ashish Verma**  
Holmium laser cystolithotripsy under local anaesthesia: Our experience  
Arab Journal of Urology (2016) 14, 203–206
154. **Jian Hui Wu, Kuo Yang, Qian Liu, Shi Qiang Yang, Yong Xu**  
Combined usage of Ho:YAG laser with monopolar resectoscope in the treatment of bladder stone and bladder outlet obstruction  
Pak J Med Sci 2014 Vol. 30 No. 4
155. **TAKASHI KAWAHARA, HIROKI ITO, HIDEYUKI TERAO, TAKEHIKO OGAWA, HIROJI UEMURA, YOSHINOBU KUBOTA& JUNICHI MATSUZAKI**  
Stone area and volume are correlated with operative time for cystolithotripsy for bladder calculi using a holmium: yttrium garnet laser  
Scandinavian Journal of Urology and Nephrology, 2012; 46: 298–303
156. **Miguel Arrabal Martín, Mercedes Nogueras Ocaña, Miguel Ángel Arrabal Polo, José Luís Miján Ortiz, Francisco Valle Díaz de la Guardia y Armando Zuluaga Gómez.**  
The treatment of bladder lithiasis with laser  
Arch. Esp. Urol., 61, 9 (985–993), 2008Vol. 61, Number. 9, November 2008
157. **Lechevallier , O.Taxer , C.Saussine ,**  
Prise en charge des calculs de l'uretère proximal  
Progrès en urologie (2008) , 18,977,980

## قسم الطبيب

اقسم بالله العظيم

أن أراقب الله في مهنتي.

وأن أصون حياة الإنسان في كافة أطوارها في كل الظروف والأحوال

بإذلاً وسعي في استنقاذها من الهلاك والمرض والألم والقلق.

وأن أحفظ للناس كرامتهم، وأستر عورتهم، وأكتم سرهم.

وأن أكون على الدوام من وسائل رحمة الله، بإذلاً رعايتي الطبية للقريب والبعيد، للصالح والطالح، والصديق والعدو.

وأن أثابر على طلب العلم، أسخره لنفع الإنسان .. لا لأذاه.

وأن أوقر من علمني، وأعلم من يصغرنني، وأكون أخاً لكل زميل

في المهنة الطبية متعاونين على البر والتقوى.

وأن تكون حياتي مصداق إيماني في سرّي وعلانيتي ،

نقية مما يشينها تجاه الله ورسوله والمؤمنين.

والله على ما أقول شهيد

أطروحة رقم 204

سنة 2016

**علاج حصى الحالب والمثانة بالليزر هولميوم :  
تجربة قسم المسالك البولية  
بالمركز الاستشفائي الجامعي محمد السادس بمراكش.**

**الأطروحة**

قدمت ونوقشت علانية يوم 22 / 12 / 2016  
من طرف

**السيد محمد أنس خشاب**

المزداد بتاريخ 20 نونبر 1991 بمراكش

**طبيب داخلي بالمستشفى الجامعي محمد السادس**

**لنيل شهادة الدكتوراه في الطب**

**الكلمات الأساسية:**

حصى - مثانة - حالب - ليزر - هولميوم - هو : ياغ - علاج - نتائج.

**اللجنة**

الرئيس	السيد	أ. صرف
		أستاذ في أمراض المسالك البولية
المشرف	السيد	ز. دحمي
		أستاذ في أمراض المسالك البولية
الحكام	السيد	م. أ. لقميشي
	السيدة	ع. زيادي
	السيد	م. ع. بسيس
		أستاذ مبرز في الفيزياء الحيوية